e

Análise Ambiental

Sustentabilidade, Cenários e Estratégia

Ricardo Raele, PhD.

LabGeo Editorial

Análise Ambiental

Sustentabilidade, Cenários e Estratégia

Prof. Dr. Ricardo Raele

PhD

Análise Ambiental

Sustentabilidade, Cenários e Estratégia

Ricardo Raele

PhD

Cosmicam Ordinum

LabGeo Editorial

Ed.1 | São Paulo | Brasil

Nota

As partes 1 e 2 do livro são adaptações livres do meu trabalho científico (Msc e PhD) na Universidade de São Paulo entre os anos de 2009 e 2013 e que, na ocasião, contou com o apoio do CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia. Os títulos dos trabalhos originais são: "O sistema socioecológico do Rio Pinheiros: Um método baseado na teoria de sistemas e na *stakeholder analysis*" e "Aplicação de um modelo de construção de cenários no setor produtivo de etanol: Um estudo sobre o etanol de segunda geração", respectivamente. A parte 3 do livro foi composta a partir de textos inéditos e esparsos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Raele, Ricardo

Análise Ambiental: Sustentabilidade, Cenários e Estratégia / Ricardo Raele. - - São Paulo 2015.

Capa: Arte de Luc Schuiten

Livro - - LabGeo Editorial. 2015

1. Gestão Ambiental 2. Sustentabilidade 3. Cenários Futuros 4. Estratégia 5. Teoria de Sistemas 6. Filosofia Chinesa

Sumário

Parte 2 - Cenários

Parte 3 - Estratégia

Introdução

A iniciativa de publicar esse livro surgiu naturalmente, ao final de um ciclo de trabalho que durou longos anos. No início desse processo, tive então a oportunidade de estar na China (entre 1996 e 1997), época em que se embarcava num avião com um canivete suíço no bolso e que os *outdoors* vendendo pilhas em Pequim eram pintados à mão. Esta viagem seria minha primeira pesquisa de campo como aluno de antropologia na FFLCH, a Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

Formei-me anos depois, me tornando um cientista social que conhecia um pouco do pensamento Taoísta chinês, e vivia me perguntando o que estávamos fazendo com o mundo atualmente. Muitos dos problemas ocidentais e modernos se mostravam como resultado de uma clara imaturidade filosófica-contemporânea, frente â sabedoria do antigo pensamento chinês. Holístico, sistêmico e profundo mesmo sendo abrangente.

Eu havia entendido que a revolução científica ocidental da década de 60, com o surgimento das ciências da complexidade (ecologia de sistemas, teoria do caos e a cibernética) do ponto de vista epistemológico, eram muito próximas da ciência da China Antiga. Ambas escolas de pensamento, buscavam não determinismos, mas, concepções relacionais de realidades amplas, e por isso complexas.

O Taoísmo e a Ecologia de Sistemas no meu entendimento se mostravam como ciências irmãs, especialmente na sua relação direta, empírica e materialista com a natureza.

É lógico que outra cultura e outro tempo fazem com que as ferramentas experimentais das duas abordagens sejam diferentes. Não haveria na China de três mil anos atrás um computador para calcular os estados de equilíbrio de um ecossistema, mas, por outro lado, os chineses sabiam como equilibrar um ecossistema de forma eficiente, usando patos, insetos, plantas, etc. Exatamente como tentamos fazer hoje usando satélites.

E a essa altura não me surpreendia em nada ver que as vezes usar patos e sorgo para equilibrar a composição química do solo é mais eficiente que imagens de satélite e calcário. E às vezes não. Mas surpreendia-me sobremaneira vislumbrar, por exemplo, que o que fazemos em supercomputadores hoje para modelar um ecossistema e equilibrá-lo com tecnologias "ocidentais", já havia sido sendo feito há milênios, por outras tecnologias que nem sequer somos capazes de entender ainda.

Tal como o Ignacy disse uma vez no Instituto de Estudos Avançados da USP: "Os chineses montavam sistemas autônomos de produção agrícola usando patos, lagos, esterco, lama e arroz...". Ouvi isso dele há não mais que cinco anos atrás, me lembrando vivamente de ter andado entre esses sistemas há vinte anos, na Província de Yunan.

Concluí que tais sistemas eram sustentáveis, orgânicos e não tinham drones e computadores para manejar a aspersão de

calcário no solo. Mas haviam patos, que eram e são muito mais inteligentes e complexos que drones e PCs.

Outras perguntas surgiam. Mas porque não juntar as duas abordagens? Patos não acessam a internet para compartilhar conhecimento, tão pouco nos dão imagens aéreas. Mas drones o fazem. E se as tecnologias de uma visão holística se juntassem às tecnologias de outra visão holística?

Partindo de perguntas como esta, foi possível entender que a Teoria de Sistemas ocidental e a visão holística da China Antiga são extremamente próximas e completamente intercambiáveis em muitas abordagens operacionais.

Por isso, e não só, minha experiência na China, foi a faísca original de tudo e a matéria prima com a qual elaborei e testei um método para aplicação prática da teoria de força de Sun Tzu voltada a qualquer organização em situação de competição.

Não era, a princípio, uma aplicação de sustentabilidade. Mas me parecia eficiente para ajudar as empresas a competirem de forma mais sofisticada e inteligente, ou seja, com menos danos sociais. Na próxima edição, farei questão de reescrever o capítulo incluindo reflexões sobre a tese do Prof. Dr. Florestan Fernandes, abordando a função social da guerra entre os índios Tupinanbá no Brasil. É uma obra prima que explica uma maneira de fazer "guerra" em um jogo de troca e choque cultural de uma maneira completamente diferente das que conhecemos. É necessário entre os índios negociar campos de caça, técnicas agrícolas etc. E a questão da estratégia faz parte desse jogo, que os

tupinambá resolveram de uma maneira não belicista. Meu sonho é usar essas referências para organizar melhor a relação das ecovilas com o sistema capitalista.

Até que se cumpra essa tarefa para a segunda edição do livro, nessa, apresento um ensaio sobre a aplicação de Sun Tzu no capitalismo ocidental puramente. Nesta edição do livro, um método foi estruturado e testado para se comparar força competitiva entre organizações das mais diversas espécies. Inclusive ecovilas, mas ainda nos moldes antigos de competição. Um dos usos possíveis do método seria usá-lo para medir ou comparar índices de sustentabilidade de práticas e produtos.

Voltando à sustentabilidade, alguns anos depois eu tive contato com a hierarquia de sistemas proposta por Ludwig von Bertalanffy, pai da teoria de sistemas. Era a correspondente ocidental ao que Sun Tzu propunha enquanto divisão epistemológica-dimensional do ambiente. A diferença básica é que a abordagem chinesa enfocava os processos mutacionais em cada dimensão abordada, e a hierarquia de sistemas de Bertalanffy, os padrões de organização substanciais em cada dimensão.

Encontrar essa chave, tornou finalmente possível a estruturação de um método para mapeamento de ecossistemas humanos, porque ecossistemas humanos lidam com variáveis físicas (objetivas) e abstratas (subjetivas) ao mesmo tempo. Embora a modelagem de ecossistemas seja uma ciência consolidada há 60 anos, havia (e ainda há) uma série de desafios sobre como colocar e quantificar no mesmo modelo variáveis concretas (biofísicas) e abstratas

(subjetivas/culturais), visto que ecossistemas humanos envolvem valores simbólicos (percepção, padrões comportamentais, preferências não lógicas, hábitos...) além do ambiente material que vai de máquinas à peixes, passando por garrafas PET. Criar modelos fidedignos que unam esses dois tipos de variáveis é a maior questão ambiental hoje na opinião de muitos especialistas.

Certa vez, quando ainda criança, eu vi um físico inglês falando na televisão sobre o problema da fusão nuclear, e da dificuldade em como construir um "pequeno sol" em um reator. Dizia ele: "É como segurar uma gelatina com elásticos". Modelar um ecossistema humano possui problemas não muito diferentes desse.

(E agora escrevendo esse parágrafo, me lembrei da menina que come chocolates no poema Tabacaria do Fernando Pessoa).

Enfim, o método para modelagem de ecossistemas acoplados, ou tecnicamente falando, *Human-Natural Coupled Ecossystems*, foi construído e testado no problema de poluição do Rio Pinheiros em São Paulo. E o mais interessante: O método, por ser criativo, tornou-se relativamente simples. Mas de grande valia para gestão ambiental.

Longe de esgotar o assunto, ele contribui com mais um pequeno tijolo na torre do conhecimento ambiental.

Gerar sustentabilidade concreta sempre foi o objetivo desse trabalho. Mas qual idéia de sustentabilidade se pretende gerar com esse método? O que é sustentabilidade? Assim,

apresenta-se o problema da sustentabilidade em suas mil faces, de modo que o ensaio que abre o livro, orienta o uso do método, e este contribui, para a longa estrada da sustentabilidade material da adaptação da economia humana nos processos naturais.

Ainda sobre o ensaio, tenho plena consciência da sua pequeneza frente ao problema que ele desafia. Com muitas falhas e pontos faltosos, mas foi o que consegui até agora.

Se Sun Tzu contribuiu com a noção de multidimensionalidade ambiental, e Bertalanffy com as hierarquias de sistemas, finalmente, as técnicas de cenarização colaboraram com o enforque transdisciplinar dessa obra.

O segundo capítulo apresenta um texto teórico sobre a construção de cenários futuros, e um método para que qualquer pessoa possa construí-los. Construir cenários futuros é algo fundamental para o planejamento de uma ecovila, assentamento rural, organização ou mesmo prospecção tecnológica pura.

Imaginar o futuro é algo decisivo para orientar as ações no presente, reagindo positivamente às mudanças que virão. Imaginar o futuro de uma ecovila é criar, no processo de cenarização a visão em todos os moradores daquilo que queremos ser. Uma ecovila educacional? Agrícola? Artesanal? E por aí vai…

O exemplo que eu dou aqui é o trabalho de prospecção tecnológica feito no setor bioenergético brasileiro. O método apresenta o fluxo de informações em matrizes que

são fundamentais para se modelar um sistema social e se construir cenários futuros logicamente consistentes. Seja lá qual for o problema, tratando-se de prospectar logicamente o futuro, creio que ele tenha robustez e flexibilidade para fazê-lo. Lembrando que esse método em particular, não é obra minha, e já estava estruturado e descrito na literatura quando eu o apliquei, sim, em um campo inovador.

Enfim, meu desejo é que modelos ambientais, cenários e estratégias possam ser formuladas nos mais diversos contextos. Se possível para se planejar um mundo verdejante, cheio de bons sentimentos, onde a tecnologia e o dinheiro nunca sejam um fim em si, mas que possam nos dar a liberdade das amarras da matéria, a fim de que nossos espíritos possam manifestar aquilo que eles são, sem a opressão das ilusões.

Parte 1
Sustentabilidade

Um ensaio teórico sobre o conceito de sustentabilidade[3]

Os Fisiocratas e a economia da natureza

A A primeira escola científica da economia foi a escola fisiocrática[4] proposta por François Quesnay (1694-1774)[5]. Ela surgiu na Europa do século XVIII e concebia o sistema econômico como um "organismo" regido por leis próprias, sendo essas leis passíveis de estudo através do método científico. O contexto agrário em que a escola fisiocrática surgiu influenciou sobremaneira seus postulados, sendo o principal, que a agricultura era a única fonte de riqueza existente, visto que só ela é capaz de replicar bens, ou seja, multiplicar os recursos[6]. A função da indústria e do comércio era tida como secundária, pois ali não havia

---

[3] Esta é a segunda edição do ensaio. A primeira, está publicada no trabalho "O sistema socioecologico do Rio Pinheiros – um modelo conceitual baseado na stakeholder analisys e na teoria de sistemas", pela Universidade de São Paulo. A esta versão foram feitas algumas modificações importantes no final do ensaio e duas novas revisões do texto (n.a.).

[4] Em grego "fisiocrata" significa "Lei da natureza"

[5] Ver BLAUG M. (Ed.). Quesnay (1694-1774). Imprenta Aldershot, Hants, England: E. Elgar Pub., c1991 Brookfield, Vt., USA, 2 v.

[6] É interessante notar que Quesnay percebeu o fato da agricultura multiplicar o trabalho, ou seja, a energia humana despendida na agricultura é multiplicada pela luz solar.

produção de excedentes, estando sua atividade mais ligada à diversificação e à distribuição. Duas contribuições dessa escola foram fundamentais para o desenvolvimento do pensamento econômico posterior. A ideia de equilíbrio econômico e a representação dos processos econômicos em uma dinâmica circular de funcionamento, ambas baseadas em modelos operacionais da natureza[7].

Os fisiocratas postulavam a existência de uma "ordem natural" para a sociedade semelhante à ordem que supostamente regeria todos os seres da Terra. Esta ordem "irredutível", dada à *priori*, existiria à revelia dos seres humanos. Já as sociedades, existiriam em razão dos seres humanos. Assim, a ordem das sociedades não poderia se distanciar da ordem natural se os seres humanos não criassem obstáculos à realização desse processo. A necessidade de dar liberdade à economia viria dessa crença[8].

Quesnay dividiu a economia em três classes: A classe produtiva, constituída pelos arrendatários capitalistas e assalariados (ligados à agricultura). A classe estéril, constituída por aqueles que exercem atividade à margem da agricultura, e a classe dos proprietários de terras (igreja, corte e autoridades públicas). Com essa divisão de classes mostrou no seu *Tableau* (quadro econômico) como a riqueza circulava na economia. Ou seja, o *Tableau* constituiu a primeira análise de equilíbrio do sistema econômico.

---

[7] (QUESNAY, 1984; SCREPANTI & ZAMAGNI, 1993)
[8] A famosa ideia da mão invisível de Adam Smith parte dessa premissa.

Sistema econômico este, visto como um sistema fechado, à luz das teorias fisiológicas de circulação do sangue no ser humano[9]. É importante notar que a conversão de renda em capital no processo econômico fisiocrático não é indefinida. Portanto, o sistema ruma para um equilíbrio[10].

> [...] todo território será levado ao grau máximo de cultivo, e, por isso, o benefício obtido pelos proprietários não poderá aumentar mais[11]. Nesse ponto, o processo de acumulação estanca, e não faria sentido afastar uma parcela da renda de sua destinação para o consumo. A interpretação mais plausível do fato de que no *Tableau* de Quesnay as *avances foncières*[12] acham-se ausentes pode ser encontrada no fato de que o próprio *Tableau* se referia, precisamente, a esse estágio, no qual todo o território foi submetido aos métodos mais eficientes de cultivo e, por essa razão, o excedente se encontra em seu valor máximo. [13]

A Economia científica nasce dessa ânsia de se encontrar uma medida de equilíbrio para a construção do mundo material humano através do trabalho.

A prerrogativa de encontrar na natureza as bases conceituais para formulação das leis próprias às sociedades humanas, a

---

[9] Quesnay era o médico da corte de Luiz XV.
[10] (CECHIN 2008; HUGON 2009; NAPOLEONI 2000).
[11] Analyse de La formule arithmétique Du tableau économique (1766) François Quesnay: François Quesnay et La physiocratie, publicado pelo Instituto Nacional d'Etudes Démographieques, Paris, 1958.
[12] *Avances Foncières* é a palavra francesa que designa "avanços a terra", no sentido de apropriação de terras agriculturáveis.
[13] (NAPOLEONI, *IBDEN* P.31).

busca de um estado estacionário[14], continuou através de pensadores que influenciados pelas ideias da escola fisiocrática, postularam os fundamentos daquela que seria chamada escola clássica de economia.

Se os fisiocratas defendiam um equilíbrio econômico fundamentado na natureza para a realização plena do capitalismo, os seus contemporâneos, sob sua influência, buscaram criar um equilíbrio material e moral para o estado final de suas teorias econômicas.

Há um *zeitgeist*[15] que atrai a criação intelectual-econômica através das épocas no sentido de entender o comportamento econômico humano a partir de leis naturais (ou negá-las). Segue-se apenas uma fagulha do que foi esse debate ao longo dos séculos nas próximas páginas no sentido de se entender a relação do equilíbrio econômico com sustentabilidade.

A primeira escola criada depois do fisiocratismo nasceu como fruto do iluminismo escocês.

A Escola Clássica

[14] Seria o Éden da economia. Uma economia de funcionamento perfeito. Veja o conceito de clímax ecológico para aprofundar a discussão.

[15] *Zeitgeist* é a palavra alemã que designa o "espírito de uma época".

O iluminismo escocês foi um movimento filosófico, de preocupação predominantemente moral, a respeito da inata natureza humana[16].

As derivações mais célebres desta escola de pensamento ocorreram no campo da economia, em especial porque houveram exaustivos trabalhos no sentido de incorporar as leis de auto regulação da natureza (escola fisiocrática) em um modelo político (político-econômico, no termo abrangente). Assim, o liberalismo da escola de Quesnay, até então "naturalista" foi levado à discussão na sua esfera moral, podendo dessa maneira atingir plena força de realização no tecido social[17].

Uniu-se a idéia da capacidade humana de se relacionar pacificamente[18] e a segurança de um princípio natural que autorregula a economia para o bem-estar comum. Dessa forma, uma economia política com alto grau de liberdade pôde surgir. Pode-se acrescentar que a esses dois vetores ideológicos, soma-se a necessidade da burguesia europeia de se apoiar em um lastro ideológico para materializar a liberdade que reivindicava e a valorização do indivíduo que ansiava para si, traços que se mostrariam mais tarde como fundamentos do capitalismo liberal.

---

[16] Hume constrói a ideia do ser humano ser naturalmente altruísta, cuja consequência é a manifestação de uma sociedade onde cada um busca o que é útil em si para os demais. Ver: Hume, D. *Tratado da Natureza Humana*, São Paulo, Editora UNESP, 2001.

[17] Note que eu não creio que esse processo de alastramento da ideologia liberal tenha sido planejado intencionalmente. Um entendimento dialético, necessário a esse processo, e nesse grau de sofisticação, viria apenas com Hegel. A legitimação moral traz em si força de ação no povo.

[18] Uma clara crítica ao Leviatan (*selfish system*) de Thomas Robbes. Ver: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. http://plato.stanford.edu/entries/hobbes-moral/ Acessado em 18/10.2012.

A escola clássica também primava por encontrar um "equilíbrio econômico" e contou com três autores fundamentais. Adam Smith (1723-1790), David Ricardo (1772-1823) e Thomas Malthus (1766-1834). Embora compartilhassem ideias comuns, há diferenças marcantes em seus trabalhos, especialmente no que concerne aos meios através do qual o capitalismo chegaria à sua condição final, ou seja, seu estado estacionário[19].

Smith foi o filósofo escocês que inaugurou o liberalismo econômico. Ele se apropriou das principais contribuições da escola fisiocrática, mas mudou o foco da geração de riqueza, da agricultura para a manufatura. Suas obras mais importantes são: a Teoria dos Sentimentos Morais (1759), os escritos das Conferências de Glasgow[20] e a Riqueza das Nações (1776).

Em Smith a riqueza é proveniente da melhor eficiência do trabalho e não da reprodutibilidade da agricultura. É a divisão do trabalho que gera a prosperidade social:

> Smith afirma ainda que, na origem da divisão do trabalho[21], registra-se uma tendência própria à natureza humana para troca: em virtude dessa inclinação humana, os homens tendem a se distribuir segundo uma estrutura de relações que, por

[19] Interessante notar como o liberalismo foi a utopia da época, da mesma forma que o comunismo utópico se seguiu enquanto uma reação a essa ideologia.

[20] *Lectures on Justice, Police, Revenue and Arms*, delivered in the University of Glasgow by Adam Smith, reported by a Student in 1763, a cargo de E Cannan, Oxford, 1896.

[21] A divisão do trabalho na natureza (biodiversidade) é um dos princípios de resiliência dos ecossistemas. Seria uma medida de abundância? A formação de nichos e a especialização do trabalho são processos que atenuam a competição?

> intermédio da especialização da atividade individual, implica a formação de excedentes, cada vez mais amplos, passíveis de troca entre indivíduos. [...] convém ao interesse pessoal de cada indivíduo a especialização da própria atividade, para, com isso, aumentar a própria capacidade produtiva e transformar esse aumento de capacidade em incrementos da riqueza pessoal, pela permuta de excedentes cada vez mais amplos do próprio produto. Esse processo se transforma, evidentemente, em uma ampliação difundida da disponibilidade de bens para sociedade, e, portanto, em uma ampliação da prosperidade geral.[22]

Não obstante, essa prosperidade crescente imporia um limite para o crescimento da economia:

> Em um país saturado de capital em relação a todos os negócios a transacionar, esse montante tão alto de capital seria aplicado em todo e qualquer setor específico que a extensão do comércio comportasse. Em consequência, a concorrência seria, em toda a parte, a máxima e o lucro comum do capital seria igualmente o mais baixo possível. Em um país que tivesse atingido seu grau pleno de riqueza e no qual em todo ramo especifico de negócios houvesse o volume máximo de capital que pudesse ser aplicado, tanto a taxa de lucro líquida quanto a taxa de juros seriam extremamente baixas[23].

[22] Napoleoni (*ibden p.44).*

[23] (Smith, 1983).

Smith acreditava que, deixado à sua *mercê*, o mercado criaria um estado de maturidade, onde o trabalho estaria especializado a tal ponto que as relações de competição seriam equilibradas[24]. No entanto, esse estado de equilíbrio se mostraria como um estado de escassez e de penúria[25].

O final do capitalismo para Smith era um final trágico, de saturação dos mercados, fato omitido pelos defensores posteriores do liberalismo. Para Smith o trabalho era o denominador comum do valor de todas as coisas. E se o trabalho é a medida de valor real dos bens, fica clara a exclusão do valor da natureza, pois na visão da economia clássica, a natureza não realiza trabalho. A esfera econômica é vista como fechada em si mesma, na qual os recursos são infinitos.

Já se vê aqui um descolamento entre o ser humano e a esfera natural, que iria originar problemas nessa relação nos séculos posteriores.

O segundo expoente da escola clássica foi Malthus, conhecido pelo trabalho "Principles of Political Economy" (1820). O essencial da teoria de Malthus[26] reside no fato de haver maior capacidade de geração de descendentes na cria humana que a capacidade de suporte alimentar do ambiente[27], mesmo havendo tecnologia e cultura interferindo nesse processo. Para Malthus, o excedente não existe, ele seria sempre absorvido pelas novas gerações à

[24] Há um paralelo em relação à ideia de clímax ou equilíbrio fisiológico.
[25] (DEANE, 1980)
[26] Malthus (1990)
[27] É um pensamento que será apropriado por Darwin (2009), precisamente na formulação do conceito de *struggle* (luta pela sobrevivência), força motriz da seleção natural.

medida que os seres humanos se reproduzissem à taxas mais altas que os retornos agrícolas.

> Um homem que nasce em um mundo já ocupado não tem direito a reclamar parcela alguma de alimento. No grande banquete da natureza não há lugar para ele. A natureza intima-o a sair e não tarda em executar essa intimação. [...] Pode-se seguramente declarar que se não for à população contida por freio algum, irá dobrando de 25 em 25 anos, ou crescerá em progressão geométrica [...] Pode-se afirmar, dadas as atuais condições médias da terra, que os meios de subsistência, nas mais favoráveis circunstâncias, só poderiam aumentar, no máximo, em progressão aritmética. [28]

É importante notar que a teoria de Malthus possui lacunas. Pode-se afirmar isto tendo em vista o decréscimo voluntário do crescimento demográfico em civilizações que adotaram formas de controle da natalidade, assim como o progresso tecnológico da agricultura e os avanços da medicina para citar apenas três exemplos que contestam a teoria. Há ainda, outro elemento de questionamento da tese malthusiana sobre o empobrecimento *per capita* da população com o seu crescimento. Teorias econômicas posteriores vão mostrar que em muitas situações o crescimento demográfico favorece e é condição necessária para geração de riqueza.

[28] (HUGON 2009 p. 112)

Ao longo de sua vida, Malthus abranda as projeções sombrias de suas conclusões primordiais, considerando que existem períodos de geração de riqueza mesmo com explosões demográficas, visto que essas aumentam a demanda. Considera ainda que nas épocas de estagnação os salários baixam, e isso autorregula o mercado que tende a diminuir o desemprego devido aos baixos salários. Malthus, finalmente, postula um estado de equilíbrio para economia diferente daquele proposto por Adam Smith. Para Malthus existem dois estados de equilíbrio econômico possíveis: um pelo qual se sai com o desenvolvimento tecnológico, seria, portanto, uma estagnação de cunho tecnocrático, e outro, um estado onde há uma condição econômica escassa. A segunda condição de equilíbrio, segundo Malthus, pode ser adiada através da abertura de mercados – dada a oxigenação econômica promovida pelo livre-câmbio – entretanto, os estágios finais da economia chegariam a uma condição estacionária inerente ao desenvolvimento de qualquer economia. Existe a ideia de um equilíbrio subsistente e sombrio no sistema econômico de Malthus, diferente do equilíbrio proposto por Adam Smith, mas igualmente associado a dificuldades e escassez.

Em Malthus, a ideia da disponibilidade de recursos é vista em função do rendimento decrescente da economia, e representa um dos eixos de análise da doutrina econômica inglesa levada adiante nos trabalhos de David Ricardo (1772-1823) e Stuart Mill (1806-1873).

David Ricardo foi um investidor da bolsa de valores que fez fortuna dada sua experiência como investidor, e que

conhecia o funcionamento da economia "por dentro". Não é fortuito que a primeira formulação de crescimento abstrato da renda tenha sido feita por ele. Sua obra principal foi "Principles of Political Economy and Taxation"[29], de 1817.

Ricardo baseou grande parte da sua argumentação no trabalho de Malthus. Para ele o crescimento da população pressionava a aquisição de terras para o cultivo de grãos, e as terras mais férteis teriam primazia nessa escolha. Assim, a população crescendo constantemente aumentava a demanda por grãos, e as terras menos férteis seriam também ocupadas. No entanto, dado que o preço dos grãos seria sempre o mesmo, visto que o mercado não comporta dois produtos iguais com preços diferentes, os detentores das melhores terras teriam maior produtividade, e consequentemente, menor custo, o que lhes garantia uma renda que não provinha do trabalho e tão pouco do capital empregado.

E como para Ricardo a população não pararia de crescer, ele entendia que esse mecanismo levaria a um aumento contínuo da renda em termos abstratos.

Entretanto, o crescimento da renda geraria uma contradição interna no funcionamento da economia. A renda crescendo formaria uma saturação de capital que, por sua vez, desestimularia o crescimento da economia:

> A tendência natural dos lucros, portanto, é diminuir, pois, com o desenvolvimento da sociedade e da

[29] Disponível On Line. Ver: http://www.econlib.org/library/Ricardo/ricP.html (consulta em 19/10/2012).

> riqueza, a quantidade adicional de alimentos requerida se obtém com sacrifício de mais e mais trabalho. [...] O aumento do preço de tais bens é, entretanto, limitado, pois, quando os salários equivalessem às receitas totais do arrendatário, a acumulação terminaria, uma vez que nenhum capital obteria lucro, não haveria nenhuma demanda adicional de trabalho e, consequentemente, a população teria atingido seu ponto mais elevado.

[30]A passagem ilustra uma condição estacionária da economia gerada pela própria dinâmica de crescimento abstrato da renda e diminuição dos lucros, ou seja, o modelo Ricardiano tende ao equilíbrio no longo prazo. A situação estacionária pós-capitalista é uma situação de crise, que pode ser adiada com a expansão de mercados internacionais e revoluções técnicas.

Diferente da visão fisiocrática, na qual a terra é vista com um olhar de generosidade e fecundidade, para Ricardo a terra é apropriada com avareza. Em Ricardo inaugura-se além do conceito de renda abstrata (não proveniente do trabalho) um distanciamento da natureza, um antagonismo de cunho pessimista. O distanciamento Ser Humano – Natureza é um dos eixos do pensamento Ricardiano, que expressa com clareza a transição de uma sociedade agrícola para uma sociedade industrial[31].

[30] (RICARDO, 1983)
[31] (Hugon, 2009)

Estado estacionário como estado sustentável da economia

Há ainda, dentre os economistas clássicos uma concepção diferente de estado estacionário, concepção essa de particularidades relevantes para o debate atual acerca da ideia de sustentabilidade.

Stuart Mill (1806-1873) é considerado um autor de transição entre a economia clássica e as teorias socialistas, visto que ele possuía ideias originais e críticas acerca da busca vazia pelo progresso, lucro e crescimento ilimitado da economia. Diz ele perto do ano de mil e oitocentos:

> [...] ao contemplar-se qualquer movimento progressivo, não na sua natureza ilimitada, a mente não é satisfeita com apenas o mero delineamento das leis desse movimento; ela não pode deixar de perguntar a pergunta seguinte: Para que destino? Em direção, a que estado final a sociedade está rumando com o progresso? Quando o progresso cessar, em que condições nós esperamos ter sido levada a raça humana? [32] [33]

Mill acreditava em um estado de abundância sem crescimento da economia no fim do capitalismo. O argumento deste economista, parte do raciocínio de

[32] But in contemplating any progressive movement, not in is nature unlimited, the mind is not satisfied with merely tracing the laws of the movement; it cannot but ask the further question, to what goal? To what goal? Towards what ultimate point is society tending by its industrial progress? When the progress ceases, in what condition are we to expect that it will leave mankind? [Trad. do autor]. Trecho retirado da publicação de 1909, editada por W. J. Ashley em 1909 (Longmans, Green and Co), Londres.

[33] (MILL, 1986)

Ricardo (no tocante aos lucros regressivos) e de Malthus, visto que Mill defende bravamente o controle demográfico como elemento de bem estar social.

Nessas condições, Mill entende que existe um limite para a taxa de lucro abaixo da qual não há motivação suficiente para acumular com a finalidade de revalorizar o capital.

Essa taxa deve ser minimamente suficiente para compensar os riscos de qualquer novo investimento.

Ou seja, em uma população de crescimento nulo, com lucros regressivos, aumentar-se-ia constantemente o "bem estar" social sem que houvesse crescimento econômico.

Seria um regime social que remete muito mais às ideias de Platão[34] do que às ideias de Smith. O crescimento populacional cessaria, assim como o crescimento do capital, mas não o crescimento da produtividade. O "bem estar" poderia crescer indefinidamente tanto do ponto de vista material como do ponto de vista imaterial, que, aliás, seria o grande benefício do estado estacionário imaginado por Mill.

Estando a população estável, e não havendo direito de herança[35], com os lucros abaixo do limite vantajoso para novos empreendimentos, os seres humanos já se encontrariam em estágios culturais em que a busca pelo lucro ilimitado seria uma busca sem sentido. Todos teriam garantidos os bens materiais, sobrando tempo para o

[34] Ver A República de Platão
[35] Mill acreditava que o direito a herança feria o principio da igualdade humana.

exercício das faculdades mais abstratas, como a poética, a ciência e a filosofia[36].

Suas posições econômicas derivavam de questionamentos profundos que, de fato, são atemporais, revelando aspectos ignorados pela ideologia neoliberal.

> [...] Eu confesso que não me sinto atraído com um ideal de vida mantido por aqueles que pensam que um estado normal para os seres humanos seja um estado de luta para seguir em frente [...] Um mundo no qual a solidão é extirpada é um mundo de ideal muito pobre [...] e solidão na presença da beleza natural e sua grandeza é o berço de pensamentos e aspirações que não são apenas boas para o indivíduo, mas das quais a sociedade não pode se furtar. Não haveria ainda muita satisfação em contemplar um mundo em que nada foi deixado da espontânea atividade da natureza; Com todo campo transformado em cultivo; [...] cada floreira ou pasto natural sendo arado e todos os quadrúpedes ou pássaros que não domesticados para uso humano, fossem exterminados como sendo rivais por comida [...] Se a Terra precisa perder grande porção dos seus benefícios a custo de coisas relativas a um crescimento ilimitado da economia [...] para o mero propósito de sustentar isso, por uma [economia] maior, mas não para uma vida melhor e mais feliz das pessoas, eu sinceramente espero, para interesse da posteridade, que se contente em ser estacionária

[36] (CORAZZA, 1991)

> [economicamente] antes que a necessidade obrigue a isso. [37] [38]

Ao questionar no século XIX os rumos do capitalismo industrial, Mill se mostra um visionário. Seu trabalho vai influenciar toda escola socialista e seu ideal de estado estacionário ganha importância no debate atual sobre sustentabilidade e crescimento econômico. A questão da valoração dos recursos naturais, da desmaterialização da economia e tantos outros problemas recentes foram pensados de maneira incipiente por ele. O idealismo de Mill, que na verdade não comportava luta de classes, era na verdade um naturalismo, visto como consequência final do regime capitalista. A sua ideia de um estado estacionário para o crescimento econômico – e consequentemente de resolução da tensão entre o ser humano e natureza – veio a constituir um dos eixos do debate contemporâneo acerca da existência da sustentabilidade.

O ponto fraco de sua teoria foi argumentar que a produção era um processo desvinculado da distribuição, o que permitiria distribuir a produção igualitariamente

---

[37] I confess I am not charmed with the ideal of life held out by those who think that the normal state of human beings is that of struggling to get on [...] A world from which solitude is extirpated is a very poor ideal. [...] and solitude in the presence of natural beauty and grandeur, is the cradle of thoughts and aspirations which are not only good for the individual but which society could ill do without. Nor is there much satisfaction in contemplating the world with nothing left to the spontaneous activity of nature; with every rood of land brought into cultivation; [...] every flowery waste or natural pasture plowed up, all quadrupeds or birds which are not domesticated for man's use exterminated as his rivals for food [...] If the earth must lose that great portion of its pleasantness which it owes to things that the unlimited increase [...] for the mere purpose of enabling it to support a larger, but not a better or happier population, I sincerely hope, for the sake of posterity, that they will be content to be stationary, long before the necessity compels them to it.[tradução do autor].

[38] (MILL, ibden, p.319-321).

independente de como esta fosse produzida[39]. Esse tema foi tratado por Marx posteriormente. Não obstante, o que importa primordialmente é que a evolução do capitalismo para Mill, que remete a ideias contidas na República de Platão, é um capitalismo rumo a uma sociedade em harmonia com a natureza, e não uma sociedade de futuro tecnicista[40].

Crítica à auto-regulação da natureza

A obra de Karl Marx (1818-1883) foi a formulação mais complexa sobre o capitalismo, e por ser complexa, a mais abrangente sobre o tema. Sem dúvida Marx não foi o maior teórico do comunismo, mas o grande pensador do capitalismo.

Suas críticas são geniais, e suas proposições em diversos momentos desconstruídas pertinentemente pela obra de Freud e de Darwin.

Outras, pertinentes, precisam ser melhor estudadas. Sendo que uma das mais interessantes postula o fato da produção e o consumo serem processos estruturalmente interligados:

> [...] enfim, as necessidades do consumo determinam a produção. Uma reciprocidade de ação ocorre entre os

[39] É por isso, também, que acredito na autossuficiência em micro-escala.
[40] Essa característica, uma das mais inovadoras de sua obra, não foi tratada pelos socialistas que o seguiram, mais preocupados com as contradições internas do capitalismo e suas consequências na esfera social. Se os socialistas contestaram a forma de se organizar a produção – "Produzir para quem?", Mill foi muito mais profundo, perguntando: "Produzir para que?".

diferentes momentos. Este é o caso para qualquer todo orgânico. [41]

O processo de consumo (distribuição) é o mesmo processo de produção. Não há separação entre os dois momentos, assim é impossível mudar a distribuição sem mudar as formas de produção.

Marx entendia que o capitalismo iria acabar, mas não se encerrando em um estado tranquilo de resolução. O capitalismo para Marx ruiria porque a lógica interna do capitalismo é a privatização dos meios de produção e a socialização do trabalho, o que levaria o sistema a uma incongruência nas relações de produção.

A produção da riqueza e a distribuição da riqueza que são no fundo o mesmo processo, no capitalismo apresenta uma cisão artificial, política e violenta por parte daqueles que atingem a primazia no direito de organização do trabalho através da posse dos meios de produção.

O traço filosófico mais relevante no pensamento de Marx reside no fato de que no 'capitalismo', um ser humano pode se apropriar de outro ser humano através do capital, que compra trabalho. Dessa forma, fazendo de um ser humano um meio para outro ser humano, e não um fim em si.

E isso possibilita essa cisão de igualdade (poder) na distribuição do que se produz. O problema marxista não é o dinheiro, nem o capital. Ledo engano. O problema marxista é moral e político.

---

[41] (MARX; 1982, p.14)

Se para a escola filosófica clássica o ser humano era naturalmente benevolente, e a economia seguia leis naturais, em Marx o ser humano tende a explorar outros seres humanos. Marx inclui no debate econômico o problema da economia não ser regida por leis naturais, mas por convenções políticas.

O ser humano e não as leis natureza devem servir de medida para se reger o mercado. Para Marx, o equilíbrio no capitalismo só ocorreria quando não houvesse mais a tensão entre os detentores dos meios de produção e os proletários.

Não é um equilíbrio de mercado, um equilíbrio de transações materiais, mas um equilíbrio abstrato nas relações de produção.

Nesse sentido, o socialismo atentou-se para organizar o trabalho como no liberalismo de Ricardo. A natureza foi esquecida como fonte primária e inesgotável de prosperidade (uma fábrica de alimentos não sustenta uma cidade, um punhado de sementes sustenta o mundo).

Marginalismo e o modelo econômico irreal

Em 1870 há uma ruptura com o período clássico (alguns autores consideram Marx o último economista clássico), para inauguração do marginalismo, um movimento de forte base matemática que via no cálculo diferencial uma ferramenta capaz de prever os movimentos da economia. A

oferta e a demanda eram vistas como forças que se anulavam, na medida em que buscavam se equilibrar mutuamente. Inspirados na física de energia, os marginalistas acreditavam que o auto interesse seria como a força da gravidade levando os indivíduos a maximizarem suas utilidades.

A analogia da economia marginalista é a mecanicista, na qual a energia do sistema é constante e seus estados reversíveis. O ponto de equilíbrio da economia seria a alocação ótima das pessoas dentro de um sistema com recursos escassos. Alfred Marshall (1842-1924) uniu o pensamento clássico ao pensamento marginalista, criando curvas de equilíbrio entre oferta e demanda, propondo que o ponto de encontro dessas curvas daria o preço ótimo daquele produto no mercado.

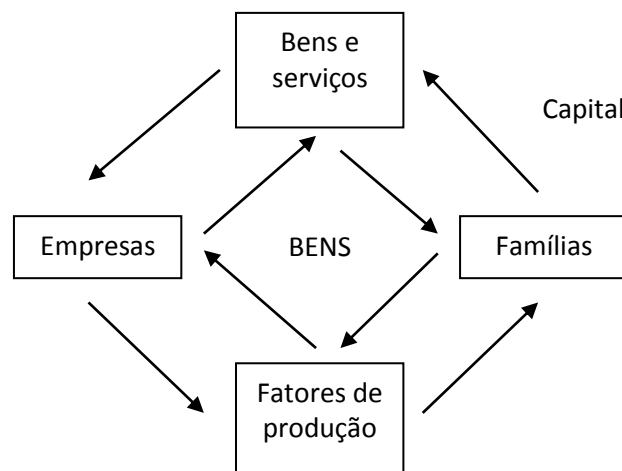
Assim se constituíram as bases da economia Neoclássica e sua definição ampla que diz ser a economia a forma de organizar os seres humanos frente à escassez de recursos. [42]

De acordo com Mirowski[43], a ideia dessa escola econômica é baseada no princípio de conservação de energia, um princípio oriundo da físico-química proposto por Newton e Lavoisier. Tanto assim, que nos modelos vistos se pressupõe o fato de poderem-se mudar as condições do sistema econômico reversivamente (ex. aumentar a taxa de juros para baixar o consumo, diminuir a taxa de juros para

[42] (BRUE, 2005; SCREPANTI e ZAMAGNI, *ibden*)
[43] (MIROWSKI; 1988)

aumentar o consumo). Não há uma linha do tempo, e os processos teoricamente são reversíveis (atemporais).

Nesse modelo, a economia é um circuito fechado, no qual circulam por tempo indeterminado o capital e os bens que a ela servem. A economia funciona como um moto perpétuo, ou seja, um sistema que não se degrada e tem aproveitamento energético infinito.

O modelo neoclássico pode ser representado conforme a figura abaixo. Os bens circulam restritamente entre as famílias e empresas no sentido contrário à circulação do capital.

Esquema de circulação de bens e capital na economia clássica.
Fonte: Adaptada de Mankiw (2001, p.23).

Economia Ecológica

O crítico mais proeminente desse modelo fechado da economia foi Georgescu-Roegen (1906-1994). Matemático e economista, Georgescu-Roegen[44] mostrou que esse esquema é incompatível com as leis da física termodinâmica, especificamente em relação à lei da entropia[45].

Para ele, o modelo circular da economia clássica não traduz o que realmente ocorre no mundo concreto, pois o modelo representa um moto perpétuo, no qual não entram nem saem materiais, e a energia não está sendo dissipada. Nesse modelo, os bens de capital e de consumo não se desgastam, os estoques naturais são infinitos e não há resíduos[46].

Georgescu-Roegen não aceitava a ideia de que a economia fosse uma ciência de alocação dos meios de produção, preferindo pensar a economia como uma ciência que estuda "os negócios ordinários da vida"[47]. Dessa forma, Roegen conectava o pensamento econômico ao mundo físico,

[44] (GEORGESCU-ROEGEN; 1971)
[45] Entropia é uma medida de desordem crescente em um sistema que consome (degrada) energia. Por exemplo: A entropia de um palito de fósforo aumenta quando ele se queima.
[46] Primeiramente é preciso colocar que todo sistema material dissipa energia. E a energia dissipada pelo sistema na forma térmica é de tal maneira degradada (diluída) que ela não pode ser reaproveitada. Ou seja, todo sistema precisa ser abastecido com uma fonte de energia externa para funcionar, o que não se prevê na figura anterior. Segundo, ao dissipar energia que vem do exterior o sistema se desgasta materialmente, ele precisa ser reparado constantemente em seu processo funcional ou metabólico. A importação de matéria para reparação interna não é considerada, tão pouco a matéria importada para produção dos bens no caso de um sistema social. A degradação metabólica na forma de resíduos de alta entropia, ou seja, o lixo, os refugos industriais etc. não aparecem saindo desse circuito. O sistema ainda é visto como uma máquina que tem suas "engrenagens" em uma configuração perpétua. Não há mudança interna no sistema com o passar do tempo. A informação que circula no sistema não está representada, e sendo assim se omite no modelo o papel que a informação tem de modificar as suas regras internas (i.e. regras culturais e tecnológicas). É um modelo em que o tempo não existe. Passado, presente e futuro são iguais já que suas condições de estado são supostamente reversíveis – quando sabemos que nos fenômenos reais não é possível voltar às condições iniciais que lhes deram origem.
[47] (CECHIN, *ibden*, p. 64)

escapando das armadilhas do pensamento puramente abstrato[48].

Ele conseguiu visualizar que a economia ocidental ocorre em um processo linear, que retira matéria de um ambiente maior, e dissipando energia, a processa para gerar um fluxo de bem estar. Posteriormente, devolve essa matéria na forma de externalidades (resíduos, lixo) em graus de maior entropia (matéria desorganizada) para o ambiente.

Com esse modelo em mente, Georgescu-Roegen começou o trabalho de alinhar teoricamente a dinâmica da economia com dinâmicas mais abrangentes das ciências naturais. A economia pôde ser vista como um sistema suscetível às leis pós-mecanicistas da física e da biologia. Mais do que isso, a economia passou a ser vista não como algo independente da biosfera, mas como um subsistema do grande ecossistema terrestre.

A implicação direta da lei da entropia na economia é a de que os recursos, ao serem usados, transformam-se em resíduos de mais alta entropia até atingirem um ponto de completa impossibilidade de utilização pelo ser humano. E dada essa regra, os recursos escasseiam progressivamente[49]. Tal asserção física fez com que Georgescu recusasse o que chamou de "mania do crescimento ilimitado" da economia como algo plausível.

[48] Isso é muito importante. E virtude dos pensadores de coragem e prudência.
[49] (GEORGESCU-ROEGEN, 1966)

Recusou também a possibilidade do estado estacionário, no qual, em seu modelo, toda a matéria precisaria ser reciclada indefinidamente.

Seu argumento foi que a reciclagem total seria impossível dado que mesmo que se reciclem os refugos e todo lixo produzido, há uma degradação, uma dissipação de matéria no âmbito atômico e molecular que não é passível de reciclagem. Por exemplo, a poeira de carbono de uma caixa de fósforos consumida, o pó de metais deixados por um motor de carro ao longo dos seus anos de funcionamento etc.

Nesse ponto, Georgescu já havia abandonado a academia econômica sob vaias, por ser um economista brilhante que havia traído a economia por uma ciência obscura chamada de ecologia.

Não obstante, suas críticas ao pensamento ecológico existiram.

Georgescu contestou o argumento dos ecólogos, no qual os ciclos biogeoquímicos supostamente reciclariam com máxima eficiência os compostos da biosfera, e, portanto, poderiam servir de modelo aos seres humanos.

Para isso, ele cita o desgaste e dissolução de ossos de peixes que acabam dispersando fósforo de forma não aproveitável no fundo do oceano[50]. O mesmo vale para os átomos e

[50] Se é verdade que não temos a capacidade de reciclar moléculas dispersas, também é verdade que a natureza tem. O argumento de Georgescu é contestável pelo fato de que os micro-organismos e suas relações tróficas têm a capacidade de reorganizar um ambiente de alta entropia em nível molecular. Um exemplo está no fato de que a vida conseguiu evoluir no sentido de aproveitar o oxigênio disperso entropicamente na água. O oxigênio era um

moléculas dispersas na degradação entrópica do "metabolismo" econômico humano (ex. poeira de esmeril, dissolução de tinta na água etc.).

Georgescu aponta esse fato colocando que há um erro dos ecólogos em crer na reciclagem absoluta (e, portanto em um possível estado estacionário para a economia) por confundirem escalas de tamanho molar e molecular. Os bens seriam recicláveis, a degradação da matéria não.

Georgescu é considerado um dos fundadores da economia ecológica, e acreditava que a economia deveria diminuir de tamanho para que se adiasse a extinção da espécie humana.

Foi praticamente expulso da academia por defender que a ciência da economia deveria ser absorvida pela ecologia. O trabalho de Georgescu é consistente na sua maior parte, mas há pontos de controvérsia (como a sua tentativa de formulação de uma quarta lei da termodinâmica, que se relaciona justamente com a dissipação de matéria para estados não reaproveitáveis). Não obstante, o trabalho de Georgescu foi fundamental para formulação do conceito de sustentabilidade, porque qualquer ideia consistente a respeito de sustentabilidade é a aplicação de uma ideia econômica em que se produza com "viabilidade entrópica"[51].

Trabalho e função simbólica

elemento tóxico para a vida anaeróbia do oceano primordial. O processo evolutivo soube lidar com esse tipo de resíduo.

[51] Em linguagem popular "que não baguncem a casa".

A tarefa de discussão de um conceito de sustentabilidade que esteja em harmonia com as imposições das leis termodinâmicas e, portanto, entrópicas, começa com o entendimento da origem do processo de aquisição de recursos ambientais pelo ser humano. Isso porque, se é verdade que cada cultura desenvolve um modelo econômico[52] próprio e distinto, também é verdade que há uma necessidade de apropriação de matéria e energia no ambiente que é comum a todas as culturas. O processo de aquisição e transformação dos recursos naturais caracteriza-se como trabalho. Marx coloca que:

> [...] como atividade que visa, de uma forma ou de outra, a apropriação do que é natural, o trabalho é uma condição natural da existência humana, independente de qualquer forma social.[53]

Do ponto de vista físico, o trabalho é uma condição natural de existência na medida em que realiza um esforço contra a tendência natural do aumento de desordem (entropia) em qualquer sistema ao longo do tempo. Ou seja, os sistemas (físicos, mecânicos, orgânicos e subjetivos) se desgastam ao dissipar energia, sendo, fundamentalmente, o trabalho, um esforço para remediar esse desgaste (que ocorre na forma

[52] Do ponto de vista científico, ecológico e termodinâmico, a atividade econômica material independe do regime político que a configura. O fato de existir a necessidade de aquisição de entropia negativa é absolutamente a mesma no capitalismo, socialismo, anarquismo, totemismo, com ou sem moeda, lucro, ou mercado. Vale para uma civilização nômade ou pós-industrial. É a essa economia material a que me refiro.

[53] (MARX, *ibden*, pg. 37)

de desorganização)[54].

> A manutenção antitérmica é a primeira prioridade em todo sistema complexo no mundo real. O trabalho contínuo de eliminar "desordem" é necessário para manter a "ordem" interna na presença de vibrações térmicas que existem em qualquer sistema com temperatura acima do zero absoluto.[55]

Portanto, o trabalho é um esforço para manter um padrão organizativo em sistemas inorgânicos, orgânicos ou sociais. Todas as espécies de vida da biosfera exercem trabalho no sentido de se auto organizar e organizar sua relação com recursos ambientais.

Para isso, sempre se faz necessário importar entropia negativa do ambiente (importar energia, na forma de radiação solar, ou alimentos; ou seja, ordem na forma de moléculas complexas e portanto muito organizadas, e portanto, pouco prováveis; ou ainda da "sagrada luz do sol" parafraseando os povos antigos (a ordem emana do céu).

Importar energia (ordem) para manter a vida (ordem), produzindo estruturas inorgânicas, mantendo seu processo metabólico ou estabelecendo regras de organização social.

O ponto que caracteriza a relação que o ser humano tem com os recursos naturais, e define seu trabalho como um trabalho diferente daquele que as demais espécies animais executam na biosfera, reside no fato do ser humano possuir

---

[54] (SCHRÖDINGER, 1997)
[55] (ODUM, 1988, p. 57)

função simbólica e produzir cultura na sua relação com o ambiente.

Segundo Piaget[56], e Piaget e Inhelder[57], a função simbólica é o poder de representação de objetos ou acontecimentos, independente da distância espacial ou temporal dos fatos, tornando possível a aquisição da linguagem. Dada essa característica, um dos seus desdobramentos é o fato do ser humano ser capaz de produzir objetos e manipular a energia em estado puro fora do próprio corpo o que confere a ele o que os ecólogos denominam como "função exossomática".

Função Exossomática

Lotka[58] definiu como instrumentos endossomáticos os órgãos corporais de animais que lhes permitem capturar energia disponível (entropia negativa). Ou seja, são instrumentos próprios ao organismo cunhados evolutivamente (bicos, ferrões etc.) que garantem a manutenção da sua vida. No ser humano, denominou por instrumentos exossomáticos as ferramentas criadas através da função simbólica, que, como extensões para além do próprio corpo, auxiliam na manipulação do ambiente[59]

[56] Piaget (1970)
[57] Piaget e Inhelder (1966)
[58] Lotka (1922)
[59] A capacidade de mobilização exossomática pode ser interpretada a partir dos três componentes básicos de um sistema: A matéria (1), a energia (2) e a informação (3). Os objetos materiais (1) criados pelo ser humano e sua função simbólica evidenciam a capacidade de mobilização exossomática do ponto de vista físico. O fato de criar e usar instrumentos faz com que parte do metabolismo humano ocorra fora de seu próprio corpo, e assim, o ser humano transfere para o ambiente, funções que nos outros animais estão limitadas ao organismo. Um segundo

(flechas, machados, vasos, smartphones, elevadores, satélites etc.).

A questão exossomática é basilar para avaliar a capacidade de impacto ambiental de uma cultura em um ambiente, porque é a capacidade exossomática - dada pelo tipo de tecnologia - que influenciará mais diretamente a magnitude do impacto ambiental potencial de um conjunto humano. A capacidade exossomática está diretamente ligada ao desenvolvimento tecnológico, conforme se postula na ecologia cultural[60]. É importante lembrar que existem tecnologias baseadas em sistemas cosmológicos diferentes da cultura ocidental. Ou seja, nem toda tecnologia está baseada na ideia de substância (átomo) conforme mostrou Chang Tung Sun, analisando a obra de Kant.[61] [62]

---

aspecto da mobilização exossomática é a capacidade de mobilizar energia fora do próprio corpo. Tal domínio evidencia a capacidade de manipular a energia em si mesma, tendo por princípio o domínio sobre o fogo. Mesmo sendo a função simbólica e cognitiva gradativa ao longo da árvore filogenética, o fogo marca uma linha divisória. E essa linha divisória é o domínio da energia na sua forma imaterial. Com o domínio sobre o fogo, a capacidade de mobilização de energia fora do próprio corpo torna-se potencialmente ilimitada, visto que o fogo multiplica a si mesmo (2). Finalmente, um terceiro aspecto da capacidade exossomática é o domínio sobre a informação para além do próprio corpo. Refere-se à criação de símbolos decodificáveis que não dependem do indivíduo que os criou para serem significantes (linguagem de símbolos, pintura rupestre etc.). A diferença entre a linguagem simbólica e a linguagem instintiva é que a linguagem simbólica pode ser exossomática. É possível imaginar um símio sinalizando água com as mãos (linguagem endossomática), mas não é possível imaginar um símio desenhando água numa rocha para indicar proximidade da mesma em um evento futuro (linguagem exossomática), seja para si ou para outros símios (3).

[60] (HARDESTY, 1977; STEWARD, 1938; STEWARD, 1955; VIERTTEN, 1988)

[61] Há tecnologias que fogem ao determinismo conhecido, elas mostram a possibilidade de casualidades em representações simbólicas do mundo, não compreensíveis fora da cultura que as elaborou (e.g.: fazer um camelo chorar num ritual tradicional, tal qual retratado no documentário "Os camelos também choram" (Davaa e Falorni, 2003) – uma família de pastores no deserto de Gobi (Mongólia) usa seu conhecimento de etnobiologia para salvar a vida de um filhote. A partir de um ritual onde se executa uma música e palavras "sagradas", os pastores levam uma fêmea do rebanho a finalmente aceitar o filhote que havia sido rejeitado (por ter sido fruto de um parto difícil). Ao aceitar o filhote, ela o dá de mamar, e chora. Não há na nossa cultura tecnologia ou arte para fazer um camelo chorar. As imagens das lágrimas do camelo estão gravadas no documentário. Ver: Davaa, B.; Falorni, L. **Os camelos também choram** (Die Geschichte vom weinenden Kamel). Munique, 2003. DVD, 83min. Documentário.

[62] (TUNG-SUN, 1994)

A capacidade de mobilizar matéria, energia e informação no ambiente permite ampliar a capacidade de importação de entropia negativa, e o problema fundamental da adaptabilidade humana é a plasticidade de respostas ao ambiente nesse sentido.

Aspectos fisiológicos (plataforma biótica) e aspectos culturais (superestrutura cultural) são os fatores adaptáveis aos desafios ambientais, e o problema da relação entropia-cultura é importante porque um vetor fundamental do desenvolvimento cultural é a aquisição de recursos ambientais, mesmo não sendo essa uma relação puramente determinística.[63]

O controle dos instrumentos exossomáticos como elemento de organização social traz a noção de materialismo histórico, tendo em vista que seria esse controle o mesmo dos meios de produção. Nesse sentido, o domínio sobre os instrumentos exossomáticos influenciaria e não determinaria o processo de desenvolvimento econômico, dado que os vetores culturais e inovativos são desruptivos e imateriais.

> Quem controla os instrumentos exossomáticos controla a linha de fluxo da energia. Determina como o trabalho social será dividido e como as recompensas econômicas serão alocadas entre os vários grupos e seus constituintes.[64]

A pergunta que surge é: Quem controla os instrumentos

[63] (MORAN, 1994; KORMONDY, 2002; MOLINA *et. al*, 2007)
[64] (RIFKIN, 1981, p. 58)

exossomáticos? E mais do que isso. Quem os inventa? E lembrando Mill. Para quê?

Desenvolvimento econômico e dissipação energética

O processo de desenvolvimento é fruto da capacidade cognitiva humana de recriar o mundo, na medida em que o ser humano transforma o ambiente e gera novas tecnologias, sofisticando sua capacidade de mobilização exossomática. O desenvolvimento econômico e tecnológico são a faceta da cultura que mostra a capacidade do ser humano em transformar o ambiente.

> A ideia de desenvolvimento econômico e tecnológico está no centro da visão de mundo que prevalece em nossa época. Nela se fundamenta o processo de invenção cultural que permite ver o ser humano como um agente transformador do mundo[65].

Veiga[66] descreve as três características fundamentais do desenvolvimento: 1) Deve haver diferenciações emergindo de generalidades; 2) As diferenciações tornam-se generalidades das quais surgem novas diferenciações; 3) O desenvolvimento depende de co-desenvolvimento;

> […] o gênio inventivo do homem foi canalizado, nos

---

[65] (FURTADO, 2000, p.7)
[66] Veiga (2008, pg. 31-52)

> últimos duzentos anos, para criação técnica, o que explica sua extraordinária capacidade expansiva. E é a esse quadro histórico que deve se atribuir o fato de que a teoria do desenvolvimento tenha ficado circunscrita à lógica dos meios, tendendo a se confundir com a explicação do sistema produtivo que emergiu com a civilização industrial. No entanto, o [verdadeiro] desenvolvimento deve ser entendido como progresso de transformação da sociedade. [...] A ideia aqui é que o [verdadeiro] desenvolvimento econômico utiliza os mesmos princípios universais utilizados pelo resto da natureza [...] milhares de anos antes de alguém ter os vislumbres dos processos evolucionistas ou de desenvolvimento biológico, as pessoas já estavam trabalhando em cepas diferenciadas de grãos [...] mesmo hoje, quando pessoas educadas têm conhecimento de simbiontes no resto da natureza, inventores que combinam chips de silício com teclados [...] não estão imitando mitocôndrias. Em vez disso, estão utilizando princípios universais de desenvolvimento[...].Em outras palavras, o desenvolvimento econômico é uma versão do desenvolvimento natural.

Longe de ser uma ciência alocativa, ou seja, uma ciência de otimização do trabalho no sentido neoclássico, a economia, partindo desse ponto de vista, se aproxima da ideia de Marshall[67] na qual pode ser entendida como a representação de um processo de desenvolvimento cotidiano e ordinário.

[67] Marshall (1920)

Desta maneira, a economia é o próprio processo social de desenvolvimento, não obstante, retratado no universo simbólico de cada cultura de maneira diferente. O denominador quantitativo desse processo, na cultura capitalista, é o capital. Em outras culturas, outros valores comuns podem ser compartilhados a fim de organizá-la. Ao invés do capital, podem haver outros símbolos de valor e outras lógicas de troca, como no caso do Kula[68] [69].

Deixando de lado a questão da valoração, própria de cada cultura, atentar-se-á ao fenômeno comum da economia em qualquer cultura: O fato de a energia usada exossomaticamente no processo econômico ser dissipada termodinamicamente, seja qual for o contexto cultural.

Em qualquer cultura, a produção, o uso e a troca de artefatos pressupõem uma dissipação energética. Sempre, ao se transformar o mundo através do trabalho, uma quantidade de energia é despendida. Os artefatos ao serem manufaturados e usados consomem energia. A energia gasta é sempre dissipada na forma de calor, cuja intensidade é tão baixa que não há potencial de ação suficiente para reaproveitá-la. [70]

A dissipação da energia, por sua vez, é acompanhada inexoravelmente por uma degradação material do artefato

---

[68] Sistema de trocas econômicas dos nativos do Pacífico Sul que envolve presentear com colares vermelhos aqueles que navegam em sentido anti-horário, e com braceletes brancos aqueles que navegam em sentido horário. A troca de colares de conchas e braceletes de corais é tida como sagrada, e junto com o "presente" se troca outros objetos úteis. Estabelecem-se ainda relações de assistência e proteção, define-se estados de guerra ou paz, entre outras ordens da vida social. Ou seja, uma forma de economia política completamente distinta da que conhecemos e extremamente complexa.

[69] (MALINOWSKI, 1976)

[70] (CLAUSIUS, 1856)

(sistema) através do qual ela realizou seu trabalho. Ou seja, todo sistema evolui para os arranjos atômicos mais prováveis quando dissipa energia.[71]

Por exemplo, ao consumir energia, um motor de automóvel se desgasta. Ou seja, suas estruturas atômicas altamente organizadas (improváveis) tendem a rumar para microestados organizativos (aleatórios) mais prováveis. Isso é envelhecer, é a entropia definindo a seta do tempo. O que impediria esse motor de, depois de velho, ao ir sendo usado, se tornar cada vez mais novo? Nada, a não ser que existem muito mais arranjos atômicos, mais maneiras, de um motor envelhecer (quase infinitas), do que os poucos arranjos atômicos em que esse motor se torne novo (no extremo, apenas um, de fato, o que veio da fábrica). A regra vale para um motor, um arco-e-flecha, uma lâmpada, uma corda ou qualquer artefato.

No processo de desenvolvimento econômico, os artefatos exossomáticos dissipam energia, se desgastam e se inutilizam. E o resultado desse uso dos artefatos (bens) gera resíduos (externalidades). Pelo fato da economia ocidental ser linear, fechada em sí, tal qualomo um moto perpétuo, conforme já se mostrou nesse trabalho, há uma acumulação de resíduos de alta entropia oriundos da degradação termodinâmica, pois, a matéria que se tira do ecossistema e que depois de processada a ele se devolve é de estado entrópico crescente. [72]

---

[71] (BOLTZMANN, 1974)
[72] (VITOUSEK *et. al*1986)

Externalidades e reciclagem

Por haver um aumento constante de refugos de alta entropia no ambiente dado o processo econômico, e ser a biosfera um sistema fechado para troca de matéria, tal contexto implica em uma condição: ou se reciclam as externalidades de alta entropia para estados de baixa entropia, ou se condena a biosfera a uma desestruturação por aumento da entropia interna[73].

Autores da ecologia de sistemas como Odum[74] e Slesser[75], da sociologia como Cotrell[76] e da economia ecológica como Constanza[77], postularam a possibilidade de uma economia onde a reciclagem dos bens fosse integral, sendo o fator limitante para isso a disponibilidade energética. Partindo da disponibilidade de energia solar, uma economia de matriz limpa poderia reciclar integralmente a matéria que nela circula, e nesse contexto criar o que Daly[78]defende como sendo o estado estacionário da economia. Tal estado estacionário seria um estado de sustentabilidade plena. Não

[73] Vale notar que esta é uma situação diferente daquela que encontramos em sistemas orgânicos. Os organismos são sistemas abertos que trocam matéria com o ambiente e deste captam energia, assim importam entropia negativa para manter a entropia interna em níveis baixos. Conforme metabolizam alimentos, garantem a reorganização dos microestados de alta entropia gerados pelo metabolismo, levando o sistema orgânico para estados de baixa entropia.
[74] Odum (1971)
[75] Slesser (1978),
[76] Cotrell (1955)
[77] Constanza (1980
[78] Daly (1989; 1973)

mais no sentido de divisão equilibrada dos bens, mas de sua viabilidade existencial.

Bianciardi[79] levanta o problema de a reciclagem poder não ser realizada com energia renovável, o que aumentaria ainda mais a entropia da biosfera, tendo em vista a dissipação de carbono nos processos de reciclagem realizados com energia fóssil.

Como já foi colocado anteriormente, Georgescu-Roegen[80] acreditava que a reciclagem completa era impossível de ser realizada do ponto de vista físico, porque haveria uma degradação material molecular não reaproveitável no processo econômico. Assim, para ele, os bens poderiam ser reciclados, mas os refugos materiais no nível molecular da degradação termodinâmica, não. Por exemplo, todos os eletrodomésticos do mundo podem ser reciclados, mas a ferrugem, o pó, lascas de pintura, o desgaste das peças etc. desses eletrodomésticos ao longo de sua existência, não. Com isso o mundo acumularia "sujeira" crescentemente. Tal asserção fez com que ele recusasse o estado estacionário da economia como sendo um estado possível, visto que, segundo o seu raciocínio, o sistema fechado da biosfera rumaria para estados crescentes de entropia independente de se fazer a reciclagem dos bens produzidos na economia humana. O problema se coloca para além de se reciclar todos os bens.

---

[79] Bianciardi *et.al.* (1993)
[80] Georgescu-Roegen (1977; 1981)

A sustentabilidade aqui se apresenta como um problema teórico de degradação termodinâmica. A limitação entrópica da atividade econômica não seria energética, mesmo havendo energia solar disponível e tecnologia para reciclagem de todos os bens, o sistema estaria condenado pelo fato de haver degradação material em escala molecular.

> Esta ideia da reciclagem completa é muito popular atualmente; ela é, penso, uma perigosa falácia. Ecologistas, em via de regra, a têm alimentado ao descrever com prazer diagramas de como o oxigênio, dióxido de carbono, nitrogênio, e alguns outros elementos químicos vitais são reciclados por processos naturais movidos à energia solar. Se essas explanações são aceitas é porque as quantidades de elementos químicos envolvidos são tão imensas, que o déficit entrópico se torna evidente apenas em longas eras. [...] E o ponto que deve ser fortemente enfatizado é que podemos reciclar lixo, material dissipado não é reciclável [...] [por esse motivo] nenhum sistema econômico pode sobreviver sem um fluxo contínuo de matéria e energia; especificamente, não pode existir um estado estacionário em um sistema fechado. Mesmo se todo W[81] pudesse ser reciclado, a dissipação da matéria deveria ainda impedir que o fundo de capital se mantivesse constante". [82] [83]

---

[81] "W", abreviação de *waste* (lixo).

[82] "This idea of complete recycling is now highly popular; it is, thought, a dangerous fallacy. Ecologists, as a rule, have been feeding it by describing with delightful diagrams how oxygen, carbon dioxide, nitrogen, and a few other vital chemicals are recycled by natural process driven by solar energy. If these explanations pass muster it is because the quantities of the chemical involved are so immense that the entropic deficit becomes conspicuous

Ayres[84]contra argumenta Georgescu dizendo que, caso fosse realizada com a energia solar, conforme defendem os ecologistas de sistemas, não haveria aumento de entropia material na biosfera com a reciclagem, e assim, admite ser possível a reciclagem integral como um processo onde se formam estoques não aproveitáveis de matéria por períodos limitados de tempo. Ayres e Miller[85] concluem que Georgescu estava errado sobre a asserção de que a matéria degradada não poder ser reciclada, e, portanto, defendem que o único fator limitante para o crescimento econômico é a energia.

Cleveland[86] lembra que a capacidade de coletar matéria degradada e dispersa requer não apenas energia, mas também informação e tempo e que as interações entre essas variáveis foram descritas por Spreng[87], Chen[88], Ruth[89] e Ruth & Bullard[90].

O problema da possibilidade de reciclagem integral ao meu ver já está solucionado há quinze mil anos. Entretanto, vejamos como os sistemas naturais de ciclagem mostram que é possível reciclar a matéria na biosfera de modo que a

---

only over long epochs. [...] And the point that can hardly be emphasized too much is that we can recycle only *garbo-junk*, *dissiped matter is not recyclable* [...] First, no economic system can survive without a continuous inflow of energy *and* matter; in particular, it cannot be a closed steady state. Even if all W could be recycled, the dissipation of matter would still prevent the capital fund from being kept constant. [trad. do autor]

[83] (GEORGESCU-ROEGEN, 1977, p.268-269)

[84] Ayres (1997)

[85] Ayres e Miller (1980)

[86] Cleveland (1999)

[87] Spreng (1993)

[88] Chen (1994)

[89] Ruth (1993)

[90] Ruth & Bullard (1994)

degradação material do processo termodinâmico não reflita um aumento da desordem do sistema ao longo do tempo.

Processos naturais de reciclagem na biosfera

Do ponto de vista teórico, um sistema ao dissipar energia tende a se degradar. Isso vale para todo sistema físico cuja estrutura dissipativa seja simples. Prigogine[91] mostrou que sistemas com estruturas dissipativas bem desenvolvidas podem reverter temporariamente esse processo ao expulsar "desordem", na medida em que importam (ordem) entropia negativa.

Portanto, existem duas classes fundamentais de sistemas: abertos para troca de energia e matéria ou abertos para troca de energia, mas não de matéria. No limite, todos trocam os dois, mas, a matéria que a lua troca com o sistema solar, na razão de sua massa – salvo colisões a cada bilhão de anos – é infinitamente menor do que o que troca uma flor com o jardim. Por isso, uma garrafa pet não troca matéria com o meio, nem um relógio, mas uma formiga e um livro, trocam. Com ajuda da traça, ainda mais.

Os organismos vivos usam a energia (liberada dos alimentos) para manter-se metabolizando, de maneira que o próprio processo natural de desgaste, dado pelo funcionamento do sistema, seja retardado através de mecanismos de auto-(re)construção[92] internos, fazendo o

[91] Prigogine (1974)
[92] Veja o conceito de autopoiése de Maturana e Varella.

organismo produzir-se e desgastar-se continua e simultaneamente (é exatamente a proposição de produção e consumo de Marx para uma fábrica, mas em escala nanotecnológica[93]).

O organismo importa entropia negativa e expele a desordem, numa constante troca de matéria com o meio, fazendo com que o saldo entrópico seja negativo. Assim o organismo se mantém fora do equilíbrio termodinâmico. Em outras palavras, mantém-se vivo (organizado) ainda que por tempo limitado.

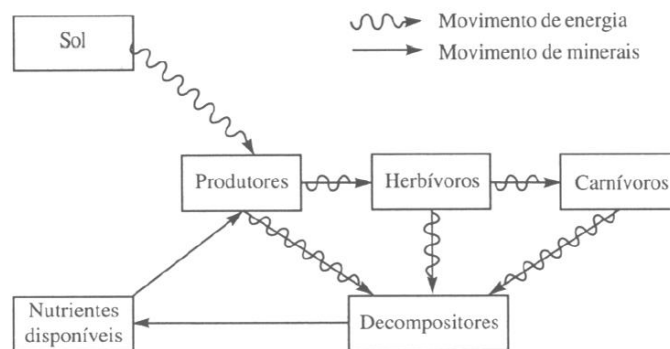
No entanto, a biosfera é um sistema fechado para troca de matéria, e, portanto, ela não possui meios para "expulsar" a desordem gerada através de seu metabolismo interno, e no entanto, encontra-se organizada há milhões de anos. Por que?

Ela importa energia solar e dissipa essa energia. Conforme previu Prigogine, por ser um sistema dissipativo altamente complexo, o planeta ao dissipar energia se desorganiza, mas o uso da energia dissipada se dá no sentido oposto, de se auto organizar, mantendo-se em um grau intermediário de ordem, ainda que sem trocar, significativamente, matéria com o ambiente externo (espaço sideral).

O processo de auto-organização da biosfera está ligado à maneira com a qual a vida está disposta na biosfera.

A sustentabilidade de qualquer sistema ao longo do tempo depende da capacidade de manter-se organizado mesmo

[93] Procure pelo modelo atômico do rotor que gira a cauda de um paramécio (protozoário).

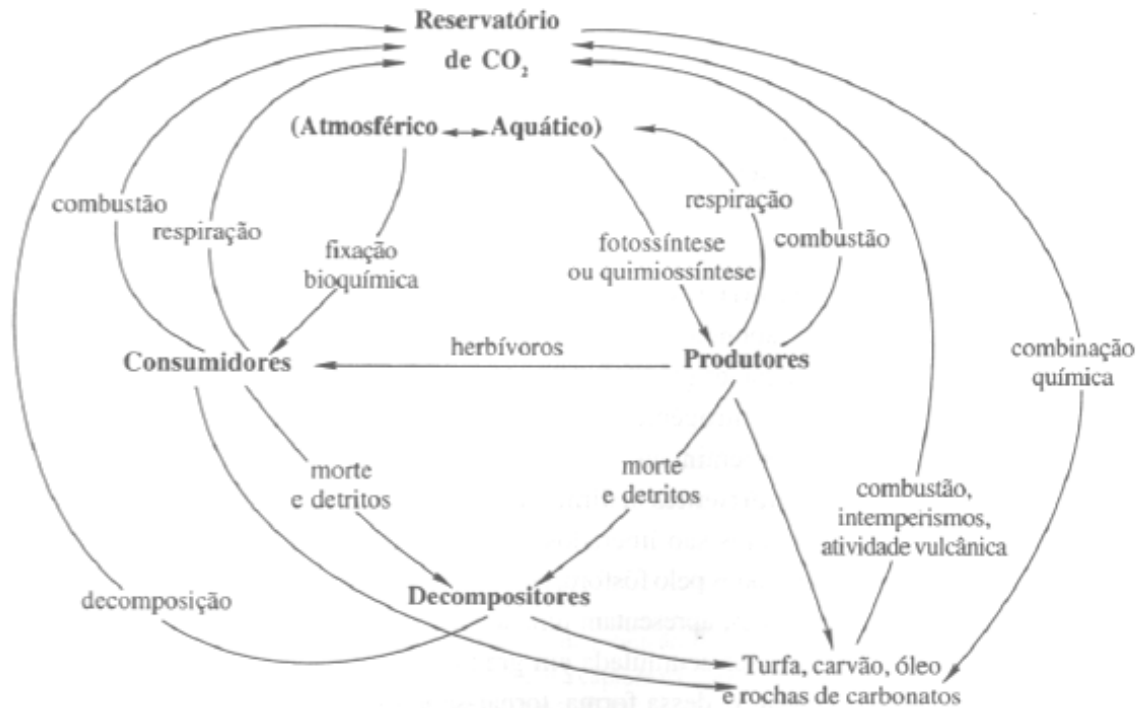
considerando-se a degradação material gerada pela dissipação energética, logicamente sem acumular matéria em estado desorganizado (poluição, externalidades). A biosfera recicla a matéria que a constitui continuamente, levando-a a estados de baixa entropia na medida em que os organismos autotróficos reorganizam as moléculas simples dispostas aleatoriamente pelos organismos decompositores.

O movimento unidirecional da energia e a ciclagem de nutrientes em um ecossistema.
Fonte Kormondi e Brown (2002, p. 34)

Na biosfera, a matéria circulante ora assume o estado orgânico, ora assume o estado inorgânico (animada ou inanimada). O que gera a constante organização e desorganização da matéria é o uso da energia solar nos processos biológicos. Com a dissipação energética, a matéria se organiza e se desorganiza ciclicamente, onde o balanço final é um estado intermediário de organização. O carbono de uma árvore morta é decomposto, assume a forma gasosa, precipita-se no oceano, integra-se à forma de um crustáceo, à forma de um peixe, à estrutura de um coral, ao papel desse livro, ao plástico do *e-reader* etc. É

certo, e não provável, que o plástico do *tablete* que projeta esse livro possua átomos de que já foram dinossauros e plantas extintas a 200 milhões de anos. Existem assim, ciclos biogeoquímicos nos quais os elementos são reciclados pela biosfera conforme descrevem Hawley[94], Odum[95], Kormondi e Brown[96].

> Os organismos vivos e o seu ambiente não-vivo (abiótico) estão inseparavelmente inter-relacionados e interagem entre si. Chamamos de sistema ecológico ou ecossistema qualquer unidade (biossistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que o fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas[97]

Os inúmeros ecossistemas da biosfera reciclam a matéria de modo a formar grandes ciclos biogeoquímicos. É interessante notar que nesse sistema de ciclagem a energia é degradada e a matéria é reorganizada continuamente inclusive em escala molecular. Abaixo um esquema que representa a reciclagem do carbono na biosfera:

[94] Hawley (1966)
[95] Odum (1988)
[96] Kormondi e Brown (2002)
[97] (ODUM, 1988, p.9)

O Ciclo do Carbono
Fonte: Kormondi e Brown (2002, p. 364)

O termo "geobiocenose" cunha tecnicamente a ideia demonstrada. A noção de que os organismos vivos em processo geobiocenótico regulam não apenas a si mesmos, mas também às condições inorgânicas do ambiente é uma contribuição importante para formação conceitual de um biossistema planetário.

Os organismos ao importarem matéria e energia do ambiente e exportarem resíduos de alta entropia, interferem sobremaneira nas características bioquímicas e físicas do ambiente. Tal interferência, ao contrário de levar o ambiente a graus extremos (de acidez, salinidade etc.) contribui para que o ambiente se mantenha em níveis

operacionais ótimos em relação às próprias espécies que o habitam, ou seja, mantém-se a "homeostase"[98] (auto-regulação rumo ao equilíbrio) do ambiente.[99]

De fato, o planeta dissipa energia solar e usa essa energia para se auto organizar [100]e, assim, se estabelece um regime cíclico de configuração e reconfiguração dos átomos que mantém o planeta em um nível intermediário de entropia (organização).

Considerando-se a ciclagem material na biosfera, pode-se dizer que nela a matéria assume dois estados: codificada na forma de biomassa ou decodificada na forma inorgânica (moléculas simples). Mas essa definição é simplista, porque sendo o problema dinâmico, ele precisa ser representado enquanto processo, tal como os taoístas faziam nas descrições da natureza.

Do ponto de vista processual, a matéria pode estar sendo codificada molecularmente (animada, com importação de entropia negativa) MATÉRIA VIVA, ou em processo de decodificação molecular (matéria orgânica em decomposição, sem importação de entropia negativa) MATÉRIA NÃO-VIVA.

Há um equilíbrio dinâmico entre a organização da matéria em estruturas complexas (viva) e a sua desorganização em estruturas simples (morta) no processo biocenótico. O

---

[98] Homeostase é a propriedade dos sistemas orgânicos de se auto-regularem a fim de manter as condições internas em faixas físico-químicas operacionais, i.e. sistema de regulação de temperatura no corpo dos mamíferos. A hipótese de Gaia proposta por Lovelock (2000) está assentada sobre esse conceito.
[99] (MARGLEFF, 1978)
[100] (PRIGOGINE e BABLOYANTZ, 1972a; 1972b)

balanço da produção primária pode ser positivo, neutro ou negativo. Um histórico da quantidade de biomassa produzida e decomposta na biosfera nos últimos seiscentos milhões de anos pode ser visto de forma imprecisa em Berkner e Marshall[101]; Drake[102]; Tappan[103] e Calvin[104].

Este equilíbrio dinâmico é fundamental para manter as condições abióticas de continuidade da vida no planeta. Como poderia haver vida no planeta se a quantidade de matéria inanimada se acumulasse indefinidamente? É um estado fisicamente impossível, dado que o sistema pararia de funcionar por conta do acúmulo de matéria de alta entropia. O oposto seria a vida codificar a matéria indefinidamente. Isso levaria a biosfera a um estado cristalino, sem metabolismo, ou seja, ambos os extremos seriam estados não vivos.[105]

Para que a matéria degradada seja continuamente elevada a graus mais altos de organização, é preciso que agentes vivos metabolizem continuamente os resíduos de alta entropia gerados e lançados na biosfera por 'outros' organismos (processo circular).

Assim, da mesma forma que os organismos se auto organizam importando entropia negativa e exportando entropia, os organismos na cadeia trófica configuram suas relações interespecíficas no sentido de uma espécie

[101] Berkner e Marshall (1964)
[102] Drake (1968)
[103] Tappan (1968)
[104] Calvin (1969)
[105] (MARGALEF, *ibden*)

"organizar" os refugos de alta entropia geradas pelas outras espécies que compartilham o mesmo habitat.

Esse é um dos papéis mais importantes do processo evolutivo e a razão materialista pela qual a biodiversidade deve ser preservada.[106]

Evolução como geradora de sentido às externalidades de alta entropia

A evolução da vida garante constante inovação na forma de lidar com a geração de entropia na biosfera.

A geração e manutenção da biodiversidade possui a capacidade de incorporar e dar sentido aos resíduos de alta entropia do processo natural de degradação termodinâmica da biosfera na medida em que organismos com especializações diversas reciclam os refugos de alta entropia no nível molecular e atômico de variados tipos (i.e. organismos decompositores).

A reciclagem da matéria pode ser praticamente completa se considerarmos que a evolução cria novas formas de vida dentre as quais algumas se adaptam aos nichos de recursos disponíveis, formados, inclusive, por refugos de alta entropia cuja capacidade de aproveitamento até então era existente. Uma mudança em hábito alimentar de um pássaro mudará a carteira gênica de enzimas digestivas de

[106] (SCHNEIDER e SAGAN, 2006).

bactérias. Num crescente que culmina nas bifurcações de especiação propostas na árvore filogenética de Darwin.

Por isso não há "externalidades" na "economia natural".

Aquilo que seriam "resíduos de alguma entropia" (lixo, refugo, sucata) que nenhuma forma de vida (estrutura dissipativa) até aquele momento conseguia aproveitar, se apresenta como um nicho disponível a uma futura adaptação.

Ou seja, as externalidades de alguma entropia negativa disponível na biosfera se apresenta como uma oportunidade adaptativa para organismos da cadeia trófica abaixo.

Esse processo ocorre em escala de tempo geológica em termos macroscópicos e, as vezes, em décimos de segundo em escala microscópica. A ativação de um gene alelo pode ser praticamente imediata em uma das bilhões de bactérias que estão ou já estavam em contato com o esterco do pássaro citado anteriormente.

E, notadamente, se a externalidade gerada estiver em uma configuração molecular e tempo compatível com as mutagêneses (inovações) do processo evolutivo das espécies, supostamente poderão dar significado àquelas externalidades.

Assim, a vida ganha a capacidade de transformar esses resíduos de alta entropia em compostos orgânicos de mais alto grau de organização, e os resíduos gerados pelo sistema como um todo não se acumulam na biosfera na forma inanimada (de alta entropia).

Mesmo que as regras ambientais mudem continuamente, os tipos de resíduos mudem, enfim, todas as condições mudem, havendo tempo hábil, a vida buscará a adaptação e o sistema será levado a um estado de equilíbrio tendo como eixo oscilatório um atrator de estado. Este atrator de estado pode, supostamente, levar a quantidade de biomassa codificada a um máximo por unidade de energia consumida, uma das características que descreve o estado de clímax ecológico[107], mas essa é ainda uma questão em aberto na ciência e o conceito de clímax ecológico vem sendo questionado desde sua formulação.

Dessa maneira, a sustentação da vida, do trabalho e prosperidade no planeta depende da relação entre a matéria animada e a matéria inanimada, e a manutenção dessa relação depende do processo evolutivo. O que impede a vida de existir, de evoluir, é a criação de estados ambientais de alta entropia aos quais a vida não tem tempo hábil de se adaptar.

A poluição é um problema fundamental do tempo e não da matéria. Tempo de aquisição de uma linguagem molecular a ser decodificada pela biota. É lógico que a compatibilidade molecular inerente na relação de uma traça se adaptando a comer livros feitos de celulose é muito menor que a de uma espécie de bactéria no rio se adptando a se alimentar de plástico ou compostos de cádmio[108].

---

[107] (ODUM, 1969)

[108] Ou não, por razões de explosão nas taxas de mutações genéticas disruptivas, como no caso de um aumento na incidência de raios cósmicos (ou até um Gama Burst), mas em via de regra sim.

O que define a externalidade como um problema não é a matéria desorganizada em si, nem o animal que padece com ela no ambiente. É a falta de acoplamento estrutural entre ambos. É essa assimetria produzida processualmente que leva o sistema a estados desequilibrados, e no limite de sua resiliência, colapsar. Não comportar mais vida.

O tempo evolutivo de cada espécie em relação ao ambiente e a produção conjunta de "externalidades" é o que define essa viabilidade. Ora, se pararmos de destruir e extinguir espécies dentro de 300 mil anos tudo poderá voltar a ser biodiverso. O ecossistema estará com trabalho especializado, o que confere a ele resiliência e abundância para todas as espécies.

Uma hipótese interessante seria: Na natureza não há resíduos porque o ritmo de geração de externalidades tende a ser acompanhado pelo o ritmo de geração de novas espécies que irão ocupar os nichos criados por essas mesmas externalidades[109].

> Toda organização característica da vida se encerra na capacidade de construir osciladores. Certos períodos e ritmos são contraídos ou reforçados pela seleção natural, o que permite substituir as respostas diretas dos organismos à mudanças ambientais regulares por ritmos endógenos que antecipam tais mudanças, e, ao fazê-lo,

[109] Até no petróleo que teoricamente seria um resíduo não aproveitável pela biosfera, um estoque de carbono aparentemente isolado da geobiocenose, há bactérias que o decompõem.

pode aumentar o grau de resposta no que tange ao organismo e à sua capacidade de sobrevivência [110] [111].

Finalmente, é de se supor que o ritmo de degradação e de codificação da matéria na biosfera está diretamente ligado à configuração atômica com que se apresentam as externalidades residuais da degradação energética.

Lembrando que a entropia é uma medida de ordem, portanto de informação, conforme mostraram Boltzman[112], Brillouin[113], Maxwell[114], Shannon e Weaver[115], e Morowitz[116], é lícito afirmar que: (1) a biomassa é um estado da matéria codificada contendo informação e (2) existe uma linguagem baseada na desoxiribonuclease (DNA) por meio da qual a matéria na biosfera é codificada e decodificada.

Externalidades produzidas por configurações atômicas (linguagens) diferentes dessa podem possuir um ritmo de codificação, decodificação e recodificação incompatível com a ciclagem material da biosfera (e.g. lixo atômico, plásticos etc.).

---

[110] Toda la organización característica de la vida encierra la capacidad de construir osciladores. Ciertos períodos o ritmos son recogidos o reforzados por la selección natural, ló que permite sustituir las respuestas directas de lós organismos a câmbios ambientales regulares por ritmos endógenos que antecipan lós cambios externos y, al acerlo, pueden aumentar el grado de respuesta a punto del organismo y su capacicad de supervivencia [trad. do autor].

[111] (MARGLEFF, *op. Cit.*)

[112] Boltzman (1974)

[113] Brillouin, (1949; 1956)

[114] Maxwell (1871)

[115] Shannon e Weaver (1949)

[116] Morowitz (1974)

Dessa maneira, a degradação ambiental pelo descarte de externalidades, na verdade compromete a biodiversidade porque impede a recodificação daqueles átomos em matéria viva compromentendo a "saúde" do ecossistema.

E dessa maneira, a evolução pode ser vista como uma resposta às mudanças ambientais ao longo do tempo naquilo que tange à geração de entropia. Os processos naturais geram externalidades incorporáveis pelo processo evolutivo, o que não parece ocorrer em determinadas culturas humanas.

> A adaptação (operação do processo seletivo) requer um tempo medido na escala evolucionária. A maior parte dos estressores físicos introduzidos pelo ser humano são tão repentinos e tão violentos, ou ainda, tão arrítmicos para que a adaptação possa ocorrer, que a oscilação se sobrepõe à estabilidade do ecossistema. Em muitos casos, pelo menos, a modificação dos ecossistemas naturalmente adaptados para fins culturais pareceria preferível para um completo redesenho[117] [118].

[117] Adaptation (operation of the selection process) requires times measurable on the evolutionary scale. Most physical stresses introduced by man are too sudden, too violent, or too arrhythmic for adaptation to occur at the ecosystem level, so severe oscillation rather than stability results. In many cases, at least, modification of naturally adapted ecosystems for cultural purposes would seem preferable to complete redesign [trad. do autor].
[118] (ODUM, 1969)

Cultura como geradora de diferentes ritmos e tipos de externalidades

Toda cultura, com seu processo de desenvolvimento, produz bens e externalidades. No entanto, a forma com a qual os resíduos do processo de desenvolvimento serão absorvidos pelo ecossistema que o abarca, diverge sobremaneira. Ora, o que faz com que a dinâmica de desenvolvimento de uma cultura humana não acumule resíduos de alta entropia na biosfera, sendo assim, sustentável do ponto de vista material?

É justamente a produção de externalidades cujo ritmo de produção/decomposição seja assimilável pelas outras formas de vida da biosfera.

A teoria da sustentabilidade deve estar alicerçada sobre esse ponto.

Um bom exemplo de produção sustentável é o que segue: É comum entre os povos amazônicos do Brasil, usar sementes de urucum como corante vermelho em pinturas corporais. O urucum processado resulta em uma pasta de cor viva e brilhante. O urucum é embalado em tubos de bambu com tampas de folha (lâminas de palha seca dobradas em padrões geométricos complexos, como em um origami). Tanto o processamento das sementes, como o de estocagem da pasta corante se faz com elementos biodegradáveis, ou seja, o produto é produzido e embalado com compostos de origem biológica. O resultado é um bem que se degrada

rapidamente do ponto de vista termodinâmico e é integralmente reciclado pela biosfera. Caso se arrisque a fazer uma leitura desse processo pelo ponto de vista estrito da tecnologia ocidental, o que estaria acontecendo durante a existência desse produto? Ora, para que se produzisse esse corante, haveria inicialmente de se considerar uma usina química e biotecnológica de complexidade impensável chamada floresta. A tecnologia dessa usina, em muitos pontos de vista, seria mais avançada que a tecnologia ocidental, caso contrário o urucum produzido por ela não estaria sendo o substituto de corantes vermelhos usados atualmente na Europa, à base de anilina, visto que a anilina tem sido considerada um composto potencialmente carcinogênico. Além da produção bioquímica complexa de tintas e resinas, a "usina florestal" estaria provendo embalagens. Nesta usina "florestal", a "máquina de embalagens" seria o bambuzal, que além de produzi-las de forma automática, poderia reciclar as embalagens usadas, na medida em que as embalagens usadas fossem descartadas ou enterradas nas suas proximidades.

O bambuzal seria uma máquina de produzir embalagens de tinta movida a energia solar.

Também é verdade que esses povos tradicionais produzem instrumentos e bens cuja degradação termodinâmica é extremamente lenta, fazendo com que seu ciclo de renovação seja igualmente lento (cerâmicas, por exemplo). Não obstante, a taxa de descarte e reposição desses artefatos é muito baixa.

Na sociedade ocidental e pós-moderna, a cultura e a técnica visam à maximização da produção material independente da relação que essa produção mantenha com o contexto em que está inserida. Ou seja, maximiza-se a quantidade de matéria transformada na forma de bens independente do ritmo de encadeamento das respectivas externalidades no processo evolutivo da biosfera.

E somente esta é minha crítica a toda escola da "sustentabilidade".

Do ponto de vista teórico, uma solução para o problema ambiental da economia ocidental seria criar uma economia nos moldes epistemológicos da biologia evolutiva.

Seria criar uma economia que colaborasse com o processo biológico. A constatação desse fato levou alguns poucos autores a trabalharem no sentido de construir uma economia evolutiva. Uma economia que evoluísse, não apenas se desenvolvesse.

Portanto, os bens e externalidades dessa economia deveriam pertencer a processos coevolutivos, ou seja, significantes com as circunstâncias ecológicas nas quais estão inseridos. O desenho de cunho antropológico que segue é uma pergunta ao desenho do modelo econômico clássico que apresentei, onde se vê o capital circulando entre as famílias e as empresas.

Ciclo anual dos índios quéchua no altiplano boliviano.
Fonte: Kormondi e Brown, 2002, p.284

Economia Evolutiva

A economia evolutiva é um ramo novo da economia que busca mimetizar os processos evolutivos nos processos econômicos. É um campo no qual estão sendo dados os primeiros passos na formação de seu arcabouço teórico. De forma geral, os economistas ecológicos entendem que a ideia de desenvolvimento não basta para gerar estados sustentáveis para as sociedades humanas, é preciso criar uma economia evolutiva.

Para Constanza[119], a evolução é mais abrangente e mais complexa que o desenvolvimento, por isso o abarca. Evolução, e não o desenvolvimento,

> [...] é uma noção que guia ambos os processos, econômico e ecológico [...] Evolução é o processo de mudança em sistemas complexos através da seleção de características transmissíveis.

Hickson[120] coloca da seguinte forma:

> Há alguns anos tem havido um renovado interesse em ver a economia como um processo dinâmico que é intrinsecamente evolucionário. [...] Seguindo a ampla sugestão de Alfred Marshall de que a economia precisa apreender isso da biologia, podemos restringir nosso entendimento sobre evolução como sendo o processo em sistemas dinâmicos moldados por padrões de mutação, seleção e hereditariedade[121].

---

[119] Constanza *et. al* (1991, p.9)
[120] Hickson (1998, p.801)
[121] In the past few years has been a renewed interest in the viewing economics as a dynamic process that is intrinsically evolutionary. [...] Following the broad suggestion of Alfred Marshall that economics should take its one

O modelo econômico sustentável deveria, então, seguir as leis de um ambiente que se ajusta a partir de graus maiores de liberdade, ou seja, a economia deveria desenvolver-se considerando o ambiente, as leis da física, a entropia, o que remete justamente à ideia de evolução biológica[122]:

> O fato de o crescimento econômico envolver não apenas mudanças quantitativas, mas também qualitativas é normalmente ignorado. O entendimento de "crescimento" clama por uma nova abordagem, analítico-fisiológica. [...] Como Schumpeter definiu, desenvolvimento trata de uma "descontinuidade contínua", que faz parte da natureza do processo. Estas mudanças consistem em formas inteiramente novas de combinar as forças produtivas e materiais de novos métodos de produção. Inovações mudam a face da economia mundial para sempre, de uma forma irreversível e não revogável[123].[...] Além disso, algo que não pode deixar de ser posto é o fato de que Schumpeter desenvolveu um dos mais fortes argumentos sobre a evolução biológica [...] Biólogos têm tentado de várias maneiras relatar uma direção da evolução através do incremento de eficiência nas formas de vida mais bem sucedidas. Mas essa atrativa ideia colapsou por conta de não haver nenhum critério de objetividade que possa ser encontrado na tentativa de avaliar uma 'superioridade' entre as espécies. Espécies são bem sucedidas de diversas

---

from biology, we can restrict our consideration of evolutionary or dynamic economic system to those that are shaped by the patterns of mutation, selection and inheritance. [Tradução do autor].

122 (GEORGESCU-ROEGEN 1975, p.765-773)

123 (SCHUMPETER, 1934, P. 58; 1935, PP. 4)

maneiras. Economistas também têm sido atraídos pela ideia de que desenvolvimento econômico necessariamente busca estados de maior eficiência, medidos não monetariamente, mas em termos absolutos. Nesse sentido, nós frequentemente entendemos que o progresso tecnológico significa que um maior resultado pode ser obtido através dos mesmos fatores[124]. Entretanto a tentativa faliu, e o novo método não apenas eliminou-a como tornou a definição vazia. Schumpeter identificou consistentemente que o desenvolvimento e as novas formas de fazer as coisas associadas com o sucesso inovativo podem apenas incrementar os resultados dentro de uma empresa. À parte desta superioridade pecuniária, o mérito da inovação deriva na maior satisfação dos desejos[125]. Infelizmente, desejos são notoriamente paroquiais e difíceis de serem comparados historicamente[126].

---

[124] (e.g., Maede 1961, pp. 1, 10)

[125] (Schumpeter, 1934, pp. 68-91)

[126] The fact that economic growth involves not only quantitative changes but also qualitative transformations is generally ignored. The understanding of growth calls for a new approach, the analytics-physiological. [...]As Schumpeter defined it, development consists of a 'spontaneous and discontinuous' change that comes from within the economic process because of the very nature of that process. This change consists of some entirely new ways of combining the productive forces and materials, briefly, of new methods of production. Such a novelty changes the face of the economic world forever, that is, in an irreversible and irrevocable manner (Schumpeter [1934, p. 58, 62-5; 1935, p. 4]). Moreover, one must not fail to note the additional fact that Schumpeter developed his argument on lines followed by the most stringent arguments about biological evolution. [...] Biologists have variously tried to relate the direction of biological evolution to increased efficiency, to increasingly more successful forms of life. But this attractive idea collapsed because no objective criterion of any kind could be found for evaluating the superiority of a biological species; species are successful in quite diverse ways. Economists have also been attracted by the Idea that economic development necessarily means greater efficiency, measured not in money, but in some absolute terms. Accordingly, we often read that technological progress means that a larger output can be obtained from the same given factors (e.g., Meade [1961, pp. 1, 10]). However, unless some plain waste (say, keeping a furnace burning when not necessary) exists and all the new method does is to eliminate it, the definition is vacuous. The same factors (in quantity and quality) may only produce either the same amount of output as before or, perhaps, a different product, physically non comparable

Corning[127] completa:

> Tem havido um reconhecimento crescente que o paradigma newtoniano da física não é aplicado nem mesmo na física moderna, quanto mais nas ciências sociais. Neste ponto, Hodgson argumenta convincentemente a respeito da economia e da evolução, colocando que a metáfora para a economia, se alguma é necessária, deve ser biológica. A tese não é original, sem dúvida, mas pode ser a melhor maneira de tratar o assunto até agora[128].

Mais recentemente economistas ecológicos vêm incorporando novos avanços da teoria evolutiva. O conceito de coevolução vem ganhado espaço[129]. A ideia de coevolução econômica considera não apenas o processo evolutivo da espécie humana, mas sua interdependência com a natureza. Existem estudos fundamentais de coevolução. O aspecto cultural, físico e genético pode ser visto em Ring[130], e de desenvolvimento sustentável como um processo evolutivo que considera *feedbacks* entre a transformação econômica e o ambiente pode ser visto em

---

with the previous one. Schumpeter carefully avoided the pitfall. He consistently identified development only with new ways of doing things and associated a successful innovation only with an increase in the receipts of an enterprise. Apart from this pecuniary superiority, the merit of an innovation derives from a greater satisfaction of wants (Schumpeter [1934, pp. 68, 91]). Unfortunately, wants are notoriously parochial and also hard to compare historically. [trad. do autor]

[127] Corning (1995, p.423)

[128] There has been a growing recognition that a scientific paradigm based on Newtonian physics is not even applicable to modem physics, much less the social sciences. In its place, as Hodgson argues compellingly in Economics and Evolution, the appropriate metaphor for economics, if one is necessary, should be biological. His thesis is not original, of course, but it may well be the very best treatment of the subject to date. [trad. do autor]

[129] (NORGAARD, 1989, 1994; GOWDY, 1994, 1997; NORTON *et. al*, 1998)

[130] Ring (1997)

Klaassen e Opschoor[131]. Estudos que utilizam a analogia evolutiva no nível dos sistemas, frequentemente estão ligados ao problema do desenvolvimento econômico.

Norgaard[132] provê um refinamento dessa analogia coevolutiva. Ele remete aos estudos puramente biológicos como fonte de conhecimento para economia. A coevolução de pássaros e flores no que tange à nutrição, ou ainda, do comportamento de abelhas segundo a distribuição geográfica de plantas floridas, da defesa bioquímica de plantas e a imunidade dos insetos que com elas convivem... Segundo Norgaard, inúmeros aspectos de interação próxima entre espécies e entre subcomponentes de ecossistemas, podem ser vistos como interações de *feedback*[133] entre sistemas e podem ser inclusos nos modelos de coevolução social da economia.

Ruth[134] explica do seguinte modo:

> Toda mudança, física, química, biológica ou econômica é acompanhada de fluxos de energia. [...] Quando o processo ocorre, a disponibilidade de energia útil decresce. Esta degradação na qualidade da energia é postulada pela segunda lei da termodinâmica. Entropia é o conceito mais utilizado quando se mede esta mudança na qualidade da energia. [...] A necessidade dos sistemas vivos em competir por baixa entropia, já foi reconhecida

[131] Klaassen e Opschoor (1991)

[132] Norgaard (1984a, 1984b, 1985, 1988, 1994)

[133] Complexas noções lógicas de ação e reação do meio, que orientam o comportamento social? Os tais espíritos da floresta que os pagés falam?

[134] Ruth (1996)

> por Boltzmann[135] e discutida em maiores detalhes por Schödinger [...][136].

Portanto, a busca por entropia negativa é um denominador comum entre os agentes da ecologia e da economia. Finalmente, Ruth[137], adentra no cerne do problema:

> O efeito em rede é de declínio da entropia total. Sistemas que trocam massa ou energia com seus ambientes e temporariamente mantêm a si mesmos em um estado fora do equilíbrio termodinâmico, e que reduzem internamente o nível de entropia e são chamados '*non-equilibrium systems*' (sistemas fora do equilíbrio). [...] Pode a termodinâmica prover medidas nas mudanças materiais e energéticas do processo econômico indicando um processo evolutivo? De que forma isso pode ser quantificado sendo ainda significativamente válido? Os conceitos de informação e conhecimento podem ser definidos pela perspectiva termodinâmica e ligados ao fluxo material das fontes de energia usadas na economia. Há um conhecimento geral que equipara mudanças na qualidade das externalidades, na tecnologia e mesmo em características socioeconômicas que são concomitantes com a evolução econômica. [...] Nas encruzilhadas da biologia e da física, encontram-se fluxos de matéria, energia e informação,

---

135 Boltzmann (1886)

136 All change, whether physical, chemical, biological, or economic, is accompanied by energy flows. [...] As a process occurs, the energy's ability to do useful work is reduced. This degradation in the quality of energy is captured by the second law of thermodynamics. Entropy is the concept most frequently invoked when measuring this change in energy quality [...] The need of living systems to compete for low entropy was already recognized by Boltzmann (1886) and discussed in more detail by Schrödinger (1944).

137 Ruth, (*ibden. P.*134)

através de vários níveis de organização, que são essenciais para a geração de conhecimento e evolução de um sistema. Conceitos da física podem ajudar a entender a contribuição material energética e informativa do processo evolutivo. Entretanto, as descrições que a física pode prover são básicas. Para que se acesse a contribuição do fluxo de informação e de conhecimento da evolução na produção, consumo e controle de estruturas são precisos estudos de caso. Como competem às analogias, elas não provêm o rigor necessário para transformar a economia evolutiva em uma ciência e não podem substituir médias e modelos[138].

Sustentabilidade

No processo inicial de definição do conceito de desenvolvimento sustentável, caracterizaram-se duas correntes majoritárias. Uma dando origem a definições

[138] The next effect is a decline in total entropy. Systems that exchange mass or energy with their surroundings and temporarily maintain themselves in a state away from thermodynamic equilibrium and at a locally reduced level of entropy are called non-equilibrium systems. [...]Can thermodynamics provide measures of change in material and energy inputs and economic output that are indicative of evolutionary processes? At what resolution is such a quantification valid and meaningful? The concepts of information and knowledge can be defined from a thermodynamic perspective and linked to the material and energy sources used in an economy. They are general enough to encompass changes in output quality, technology, even in socio-economic characteristics that are concomitant with economic evolution. At the crossroads of biology and physics lies the insight that flows of material, energy, and information at and across various levels of system organization are essential for the generation of knowledge and evolution of a system. Concepts from physics can help assess the contribution of material, energy, and information flows to the evolutionary process. However, the descriptions physics can provide are basic. To be able to assess the contribution of information flows and knowledge to the evolution of production, consumption, and control structures in the economy requires evolutionary economics to engage in non-deterministic modeling, experimentation, and in-depth case studies. As compelling as analogies may seem, they do not provide the rigor to develop evolutionary economics into a science and cannot be substitutes for measurements and models.

baseadas em modelos biológicos e ecossistêmicos e outra criando definições a partir de aspectos econômicos e sociais de nossa civilização. A primeira corrente de pensamento, de fundamento ecológico, procurou garantir prioritariamente a manutenção da vida natural e da biodiversidade. A segunda apoiou-se no desenvolvimento técnico da humanidade, e centrou-se no progresso como meio para superar os desafios socioambientais. Por um lado, os ecólogos tenderam a negar, como um fator de sustentabilidade, a possibilidade de crescimento econômico ilimitado viabilizado pela da tecnologia, por outro, os economistas mais tradicionais viram no crescimento econômico e tecnológico a única maneira de conduzir a sociedade a um estado de sustentabilidade.

Uma tentativa de síntese dessa dialética veio com a definição de desenvolvimento sustentável de Brundtland.

Os formuladores do conceito de desenvolvimento sustentável da Comissão Brutdtland optaram por aceitar a ideia de crescimento econômico moderado sob a justificativa da inclusão social.[139]

A definição de Bruntland que postula sustentabilidade como "O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades" (WCED, 1987), é uma definição vazia por não estipular limites na medida em que não define a que necessidades se refere. No capitalismo de mercado as necessidades variam de baldes de água a

[139] (SACHS, 2006)

aeronaves particulares a jato.

Não obstante, este conceito vem sendo rigorosamente criticado, visto que tem sido apropriado para justificar uma expansão ilimitada da economia com a respectiva destruição de habitats.

Gowdy e McDaniel[140] concordam que existe um conflito fundamental entre o crescimento da economia e os sistemas biofísicos. O problema da capacidade de suporte da biosfera e do crescimento econômico também aparece em trabalhos de Ekins[141], Goodland and Daly[142], Kaufmann[143], Martinez-Alier[144], Wetzel and Wetzel[145], de Bruyn and Opschoor[146], Lunney *et. al*[147] e Ricker [148].

Boulding[149] e Georgescu-Roegen[150] mostraram que a óptica da economia neoliberal desconsidera o ambiente natural no seu regime de funcionamento. O impacto indesejável da economia humana sobre a biodiversidade pode ser observado na incapacidade do planeta em absorver o crescimento econômico[151]. Norgaard defende que a noção de "limite" na economia é um avanço importante em detrimento da ideia de não haver "limite" para o

[140] Gowdy e McDaniel (1995)
[141] Ekins (1993)
[142] Goodland and Daly (1993)
[143] Kaufmann (1995)
[144] Martinez-Alier (1995)
[145] Wetzel and Wetzel (1995)
[146] Bruyn and Opschoor (1997)
[147] Lunney *et. al* (1997)
[148] Ricker (1997)
[149] Boulding (1966)
[150] Georgescu-Roegen (1971)
[151] (GOWDY E CARBONELL, 1999)

crescimento econômico. E a questão da escala da economia é uma ideia que põe em confronto a evolução dos mercados e o processo evolutivo natural[152]. O problema da biodiversidade é visto como um fator-chave para evolução e coevolução dos sistemas socioeconômicos.[153] Sendo assim, há uma economia completamente nova para ser construída, uma economia evolucionária de base biomimética, conforme defendem Benyus[154] e Hawken[155].

O primeiro conceito de sustentabilidade e crescimento material da economia tem se mostrado insuficiente para resolver os desafios impostos na área ambiental. Por ser impreciso, abre espaço para uma permissividade que tem degradado os ecossistemas, comprometendo a existência da biodiversidade e o processo evolutivo. Não é uma definição satisfatória em relação às necessidades teóricas impostas pela economia evolutiva.

Uma segunda definição, mais próxima de atender às imposições de uma economia evolutiva é oriunda das escolas conservacionistas e foi referida por Mauro[156]:

> A WCS (Estratégia de Conservação Mundial) colocou um dos primeiros protocolos de conservação biológica, denominado: "Conservação de recursos viventes para o desenvolvimento sustentável". Claramente atestava três requerimentos: (1) Manutenção dos processos ecológicos que sustentam a produtividade,

---

[152] (GOWDY AND MCDANIEL, 1995; NORTON, 1995; RING, 1997; LUKS, 1998)
[153] (KLAASSEN E OPSCHOOR, 1991; NORGAARD, 1995)
[154] Benyus (2002)
[155] Hawken *et. al* (1999)
[156] Mauro (1994)

> adaptabilidade e capacidade para regeneração e renovação de plantas, animais, solos e águas; (2) Manutenção da biodiversidade, variedade da vida e suas formas; e (3) Manutenção dos recursos biológicos garantindo taxas de retirada não maiores que as taxas de regeneração[157].

Esta segunda definição coloca a continuidade da vida acima dos interesses humanos em garantir recursos, e, nesse aspecto, é uma definição que preza a garantia da biodiversidade. Tal aspecto é fundamental do ponto de vista entrópico, especialmente no que concerne à criação de espécies que poderão incorporar as externalidades da biosfera nos ciclos biogeoquímicos. A ligação entre a economia humana e a economia natural desta definição se dá na terceira condição, onde "as taxas de retiradas [da natureza] não são maiores que as taxas de regeneração". No entanto, a economia humana e a economia natural ainda são vistas em regime de oposição, de modo que a visão acerca da natureza continua a ser "um estoque recursos" a ser explorado pelo ser humano.

Uma terceira definição foi postulada por Constanza[158]:

> Sustentabilidade é uma relação entre sistemas humanos dinâmicos e sistemas ecológicos maiores, normalmente

---

[157] The world conservation strategy (WCS) is one such framework drawing primarily on conservation biology, it is in fact, subtitled 'living resource conservation' for sustainable development. It clearly states three main requirements: (1) maintain the ecological process that sustain the productivity, adaptability and capacity for regeneration and renewal of plants, animals, soils and waters; (2) to maintain biodiversity , the variety of life in all its forms; and (3) to maintain biological resources by ensuring rates of harvest that are not greater than rates of regeneration.

[158] Constanza et. al (1991)

> de mudança mais lenta, na qual: (1) A vida humana pode continuar indefinidamente; (2) Os indivíduos humanos podem florescer, e (3) as culturas humanas podem se desenvolver. Mas cujos efeitos das atividades humanas se mantêm dentro de limites, de modo a não destruir a diversidade, complexidade e função ecológica do sistema de suporte à vida[159].

É um conceito mais sofisticado visto que além da garantia da integridade dos ecossistemas ele remete à ideia de tempo, e aponta para a necessidade de coexistência entre os sistemas humanos e os ecossistemas naturais. É um conceito interessante do ponto de vista operacional.

Sachs[160] contribui nessa linha da seguinte forma:

> O ciclo ecológico apresenta-se aqui como um verdadeiro modelo para o sistema econômico. Não se trata, como pretendem alguns, de salvaguardar a todo custo os ecossistemas naturais, mas de conceber os sistemas artificiais criados pelo homem como verdadeiros ecossistemas e de zelar para que a inserção dos mesmos nos ciclos ecológicos gerais se faça de forma a não alterar estes últimos.

O conceito de Sachs é interessante, pois defende a inserção dos sistemas econômicos nos ecossistemas naturais. A tarefa de ligação entre as atividades humanas e naturais é o que

---

[159] Sustainability is a relationship between dynamic human economic systems and larger dynamic, but normally slower changing ecological systems, on with: (1) Human life can continue indefinitely; (2) Human individuals can flourish; and (3) human cultures can develop. But in with effects of human activities remains within bounds, so as to (not) destroy the diversity, complexity and function of the ecological life support system. [trad. do autor]

[160] Sachs (2006, p. 82)

abre a possibilidade de um regime evolutivo comum entre o ser humano e a natureza.

Diegues[161] segue na mesma linha conceitual e mostra que já foram identificadas dinâmicas econômicas de culturas tradicionais que contribuem sincronicamente no processo evolutivo:

> O mito moderno da natureza intocada ignora os interesses dos povos da floresta que, frequentemente, contribuem com as suas atividades para conservação e, até mesmo, para o enriquecimento da biodiversidade.[162]

As contribuições de Sachs e de Diegues são uma tentativa de aproximar os polos na dicotomia ser humano-natureza, e instaurar uma nova possibilidade de pensamento no que tange à formulação do conceito de sustentabilidade. De "espoliador moderado" da natureza, o ser humano passaria a ser participante dela, favorecendo a criação de um regime coevolutivo de fato.

A proposição de Sachs e Diegues possibilita a formulação de um conceito de sustentabilidade que pode atender às demandas teóricas da economia evolutiva. Nessa mesma linha pode-se citar a definição de Kluwer[163].

> Desenvolvimento econômico sustentável requer a aplicação de um método de análise econômico-ecológico integrado [...] é sabido que abordagens integradas envolvem a elaboração de métodos, técnicas

[161] Diegues (1994)
[162] (Diegues, 1994)
[163] Kluwer (1989, p. 176)

> e ferramentas para uma avaliação coesa, em compasso com valores e objetivos ambientais e socioeconômicos em conjunto.[164]

Atualmente, a maior lacuna na área ambiental é a da existência de métodos para geração de sustentabilidade que harmonizem o ser humano e a natureza nos moldes co-evolutivos.

Para isso, se faz preciso conseguir enxergar, entender e analisar o ambiente (território) em questão. Tanto nos seus aspectos humanos, quanto nos naturais, a fim de se exaurir essa falsa divisão através da proposição de soluções práticas que tragam sustentabilidade real para os povos.

A definição de sustentabilidade proposta por este autor é a seguinte:

SUSTENTABILIDADE É O RESULTADO DE UMA DINÂMICA AMBIENTAL ONDE OS SERES HUMANOS NÃO AUMENTAM A ENTROPIA DE UM ECOSSISTEMA PARA ALÉM DA TAXA DE ENTROPIA MÉDIA DO BIOMA IMPACTADO.

Sendo seus principais indicadores, o mantenimento da taxa de geração de biodiversidade na escala de tempo geológica (1) E a qualidade "entrópica" da água (2)[165], medida através da equação: [taxa média de impureza da água no bioma *in natura*] – [taxa média de impureza da água no bioma impactado].

---

[164] Sustainable economic development requires the application of an integrated economic-ecological method and analisys [...] are concerned the integrative approach involves the design of methods, technics and tools for a cohesive evaluation, encompassing both environmental and socio-economic values and objectives.

[165] Sendo a água o solvente universal, pelo fato da vida neste planeta acontecer no meio aquoso e nunca fora dele, creio que a qualidade da água seja o indicador objetivo universal para mensuração de qualidade ambiental.

A geração de mapas ecossistêmicos para formulação de planos integrados de sustentabilidade

Complexidade em ciência

Nos últimos cinquenta anos, a ciência ocidental passou por transformações consideráveis, visto que, de seu caráter positivista e determinista, foi gradualmente assumindo problemas de maior complexidade, cujas soluções apresentaram graus de incerteza crescentes[166]. O reconhecimento de que um objeto estudado sofre influência de múltiplos fatores ambientais raramente controláveis, fez emergir uma complexidade epistemológica até então não percebida do ponto de vista fenomenológico, conforme aponta Gleick[167]. Na obra “As aventuras da epistemologia ambiental”, Leff[168] mostra esse processo, através do qual parte da ciência ocidental passou de uma perspectiva reducionista para uma perspectiva sistêmica.

[166] (NICOLIS e PRIGOGINE, 1989; PRIGOGINE e STENGERS, 1984)
[167] Gleick (1987)
[168] Leff (2004)

Segundo Solé e Goodwin[169] a atenção dos cientistas, ao invés de se debruçar sobre as relações diretas de causa e efeito e buscar o controle total dos objetos estudados, voltou-se para entender e aperfeiçoar o comportamento complexo destes objetos. Para esses dois autores a complexidade pode ser identificada pelas seguintes características: (1) auto-organização, (2) dificuldade de predição, e, (3) emergência de qualidades não analiticamente tratáveis nem existentes nos componentes isolados sem a interação sob análise.

O estudo dos Sistemas Socioecológicos e o intrínseco problema da sustentabilidade que deles faz parte requerem o arcabouço científico da complexidade, visto que, tanto a tarefa de definição conceitual de sustentabilidade, quanto a tarefa de operacionalização empírica do conceito, exigem uma abordagem complexa tal como ressalta Leff[170].

Sustentabilidade e complexidade

Para Manson[171] e Manson e O'Sullivan, os problemas científicos que envolvem a temática da complexidade, carecem de um campo conceitual de trabalho mais bem definido e de métodos empíricos, dado que seus enfoques ontológico e epistemológico ainda estão em formação.

---

[169] Solé e Goodwin (2000)
[170] Leff (2002)
[171] Manson (2001)
Manson e O'Sullivan (2006)

Nesse sentido, Kluwer[172] aponta a necessidade da construção de métodos de análise de sistemas para geração de sustentabilidade:

> O desenvolvimento econômico sustentável requer a aplicação integrada de métodos de análise econômico-ecológica [...] é sabido que uma abordagem integrativa envolve a construção de métodos, técnicas e ferramentas para um a avaliação coesa, sincronizando conjuntamente valores e objetivos ambientais e socioeconômicos[173].

Finalmente, Leff[174] defende que a sustentabilidade está intimamente ligada à complexidade, e que ambos os saberes (sustentabilidade e complexidade) podem ser articulados através da teoria geral dos sistemas. Nesse sentido, segue-se apresentando uma maneira de se analisar o ambiente para geração de estados de sustentabilidade que correspondam à definição formulada por esse autor.

Teoria Geral dos Sistemas

A Teoria Geral dos Sistemas proposta por Bertalanffy[175] [176]e Ashby[177]é uma abordagem que em seu arcabouço teórico

---

[172] Kluwer (1989, p.176)
[3]Sustainable economic development requires the application of an integrated economic-ecological method and analisys [...] are concerned the integrative approach involves the design of methods, technics and tools for a cohesive evaluation, encompassing both environmental and socio-economic values and objectives. [trad. do autor]
[174] Leff (2004)
[175] Bertalanffy (1975; 1981; 2008
[176] Bertalanffy *et. al* (1987)

uniu o empirismo biológico, a linguagem matemática não linear e a filosofia da *Gestalt* na tentativa de representar o mundo através de sistemas e suas relações. A implicação imediata dessa abordagem é uma apreensão holística dos fenômenos. A Teoria Geral dos Sistemas é, segundo Warren[178], uma ferramenta para o estudo dos problemas complexos. De fato, a abordagem de sistemas criou a possibilidade de se representar em uma mesma linguagem científica, objetos antes separados por fronteiras disciplinares e, dessa maneira, tornou-se possível também tratar problemas cujos componentes se relacionam em diversas hierarquias de complexidade.[179]

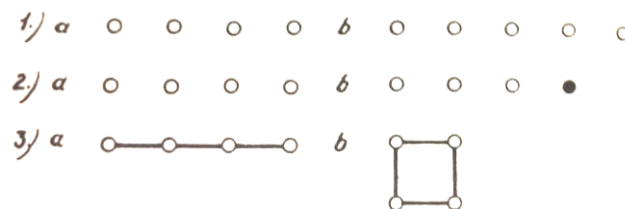
Definição de sistema e de classes hierárquicas

Sistema é um conjunto de elementos relacionados cujas propriedades não são encontradas em suas partes isoladas. Ou seja, os sistemas são constituídos por componentes que apresentam propriedades emergentes ao se relacionarem, conforme Bertalanffy:

> Um sistema pode ser definido como um complexo de elementos em interação. A interação significa que os elementos p estão em relações R, de modo que o comportamento de um elemento p em R é diferente de seu comportamento em outra relação R'. Se os

177 Ashby (1956)
178 Warren *et. al* (1988)
179 (BECHT, 1974)

> comportamentos em R e R’ não são diferentes não há interação, e os elementos se comportam independentemente com respeito às relações R e R’.

Para melhor entender-se a ideia do que vem a ser um sistema, Bertalanffy[180] propõe o seguinte exercício: Que se imaginem três séries de pontos, nas categorias a e b. Estes pontos constituintes podem representar átomos, moléculas ou mesmo estruturas vivas organizadas. Conforme ilustração:

Séries de pontos diferentemente organizados
Fonte: Betalanffy (2008, pg.82)

No caso (1) o complexo de elementos pode ser entendido como a soma dos elementos. Ou seja, mesmo considerados em conjunto, suas qualidades individuais não se alteram. Ao serem somados, muda-se apenas a sua razão quantitativa. No caso (2), há um elemento diferente e dissociado, mas mesmo sendo considerado em conjunto com os outros, novamente, mantêm inalteradas suas qualidades individuais. No caso (3), as relações entre os elementos diferem. Não basta conhecer os elementos como nos casos 1 e 2. É preciso entender o tipo de relação que eles estabelecem entre si para poder inferir os fenômenos gerados por eles.

[180] Bertalanffy (2008, p. 82)

Como no caso do carbono e do hidrogênio, que isolados não possuem características emergentes, mas que quando combinados podem dar origem a milhares de compostos orgânicos com propriedades químicas e físicas diversas. A questão fundamental para entendimento da ideia de sistema consiste no fato de que ao se relacionarem, as partes de um complexo criam novas características que não são encontradas nas partes isoladas. Daí surge a expressão de que, no sistema, "o todo é mais que a soma das partes". Nesse caso, não é possível conhecer acerca de um sistema senão considerando-o em sua totalidade, ou ao menos, uma delimitação ampla e arbitrária sobre ele. A apreensão de um sistema deve ser instantânea e total. Não é suficiente conhecer todas as partes numa série temporal. É preciso reconhecer sua totalidade existencial.

Por ser uma construção conceitual, sistemas podem ser identificados em diversas dimensões da realidade conforme ilustra o quadro que segue, apresentado por Bertalanffy[181]. O quadro mostra diferentes classes de sistemas em níveis hierárquicos e descreve algumas de suas características fundamentais.

A Teoria Geral dos Sistemas constituiu uma das bases conceituais para formulação do conceito moderno de ecossistema. Vale lembrar que um ecossistema emerge da interação entre diversos sistemas conectados[182].

---

[181] Bertalanffy (2008, p. 52)
[182] (BERTALANFFY, 2008; ABRAHAM *et. al*, 1992)

Nível	Descrição e exemplos	Teoria e modelos
Estruturas Estáticas	Átomos, moléculas, cristais, estruturas biológicas do nível da microscopia eletrônica até o nível macroscópico.	Por exemplo, fórmulas estruturais da química: cristalografia; descrições anatômicas.
Relojoaria	Relógios, máquinas convencionais em geral, sistemas solares.	Física convencional, tal como as leis da mecânica (newtoniana e einsteiniana) e outras.
Mecanismo de controle	Termostato, servomecanismos, mecanismo homeostático nos organismos.	Cibernética; retroação e teoria da informação.
Sistemas abertos	Chama, células e organismos em geral.	Expansão da teoria física e sistemas ue se mantêm em um fluxo de matéria (metabolismo). Armazenagem da informação no código genético (ADN).
Organismos inferiores	Organismos "vegetais": crescente diferenciação do sistema (a chamada "divisão do trabalho" no organismo); distinção entre o indivíduo reprodutivo e o funcional ("sucesso do germe e soma").	Quase total ausência de teoria e modelos.

Animais	Crescente importância da circulação de informações (evolução de receptores, sistemas nervosos); aprendizagem; começos da consciência.	Começos da teoria dos autômatos (relações E-R), retroação (fenômenos reguladores), comportamento autônomo (oscilações amortecidas) etc.
Homo sapiens	Simbolismo; passado e futuro, individualidade e mundo, autoconsciência, etc.	Incipiente teoria do simbolismo.
Sistemas Socioculturais	Populações de organismos (inclusive humanos); comunidades determinadas por símbolos (culturas) somente no ser humano.	Leis estatísticas e possivelmente dinâmica na dinâmica das populações, na sociologia, na economia e possivelmente na história. Começos de uma teoria dos sistemas culturais
Sistemas Simbólicos	Linguagem, lógica, matemática, ciências, arte, moral etc.	Algoritmos de símbolos (por exemplo), matemática, gramática: "regras do jogo" tais como nas artes visuais, na música etc.

Hierarquia de sistemas
Fonte: Bertalanffy (2008, p.52)

Para esse trabalho uma adaptação operacional do quadro anterior é proposta a seguir:

Nível	**Descrição**	**Exemplo**
Sistemas Estáticos	Átomos, moléculas, cristais, estruturas biológicas do nível da microscopia	Metais pesados na água, fósforo, poluentes em geral. Pneus,

	eletrônica até o nível macroscópico.	embalagens plásticas etc.
Sistemas Mecânicos	Máquinas convencionais em geral.	Automóveis, máquinas de dragagem, máquinas industriais etc.
Sistemas Orgânicos	Populações de seres vivos impactados biologicamente.	Mosquitos, ratos, bactérias anaeróbias etc.
Sistemas Sociais	*Stakeholders,* instituições burocráticas.	Empresas, organizações políticas, sociais etc.
Sistemas Simbólicos	Aspectos culturais no ideário humano.	Percepção estética do rio, predisposição em mudanças de comportamento, opinião pública, etc.

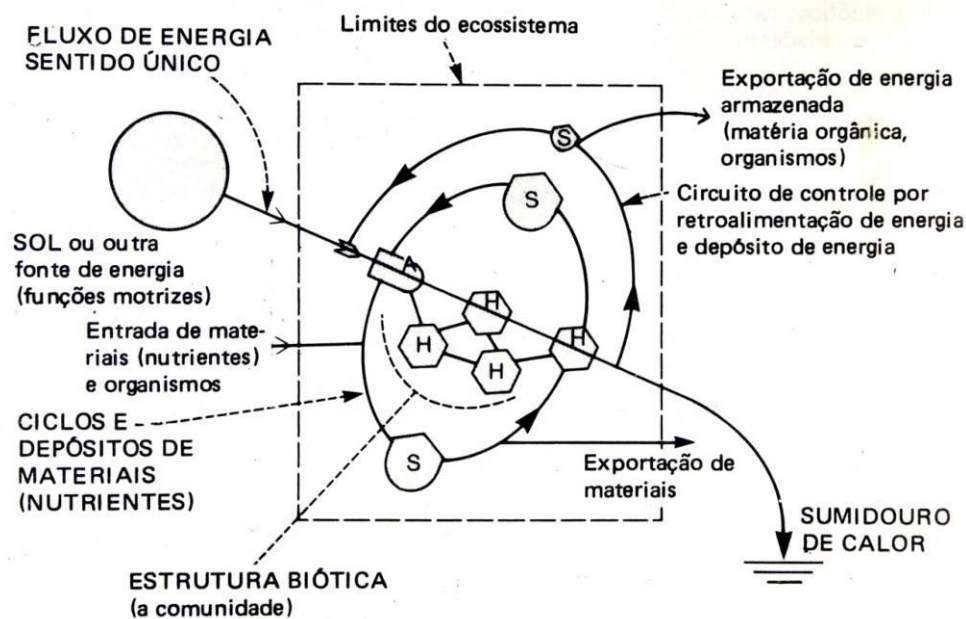
Classificação de sistemas para modelagem conceitual de Ecossistemas Humanos Fonte: Elaborado para o presente trabalho

Ecossistemas

Ecossistema é uma palavra de origem grega, "eco" do grego *oikos*, que significa "casa", e *sistemiun*, que significa "conjunto de elementos interconectados". Em termos científicos, o termo ecossistema denota o conjunto formado por seres vivos e aspectos abióticos em mútua interação, representados de forma sistêmica, ou seja, conectados entre

si. Segundo Odum[183], pode-se definir ecossistema da seguinte forma:

> Chamamos de sistema ecológico ou ecossistema qualquer unidade (biossistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas.

Abaixo o modelo de um ecossistema:

Modelo de Ecossistema.
Legenda - H: Heterótrofos; S: *storages* (depósitos); A: Autótrofos
Fonte: ODUM (1988, p.10)

[183] Odum (1988, p.9)

Ecossistemas Humanos

Os ecossistemas humanos são ecossistemas formados pela interação entre os sistemas humanos e os sistemas naturais. Nesse sentido, os ecossistemas humanos podem ser entendidos como ecossistemas acoplados, ou ainda como sistemas socioecológicos propostos por Ostrom[184]. Nos ecossistemas humanos (ou sistemas socioecológicos) soma-se à problemática ontológica dos ecossistemas naturais, a questão dos aspectos culturais no que tange à relação da nossa espécie com o meio biótico e abiótico[185].

Pelo fato dos seres humanos possuírem função simbólica[186] e produzirem cultura[187], aos seres humanos é atribuída a capacidade de construir artefatos e mobilizar energia exossomaticamente[188] [189]. Dada essas três atribuições, os seres humanos criam artefatos que possibilitam a percepção e o manejo do ambiente em escalas dimensionais não acessíveis aos seus sentidos puramente endossomáticos[190] (cinco sentidos)[191]. Quer-se dizer que o ser humano, através da capacidade de representar o mundo subjetivamente, consegue intervir na realidade desde uma perspectiva microscópica até uma perspectiva macroscópica. Nesse sentido a hierarquia de complexidade

---

[184] Ostrom (2007)
[185] (KORMONDI e BROWN, 2002)
[186] (PIAGET, 1970; PIAGET e INHELDER, 1978)
[187] (HARDESTY, 1977; STEWARD, 1938; STEWARD, 1955; VIERTTEN, 1988)
[188] Capacidade que o ser humano possui de mobilizar energia para além dos limites do próprio corpo.
[189] (LOTKA, 1922)
[190] Limitados ao próprio organismo.
[191] (MORAN, 1994; KORMONDY, 2002; MOLINA *et. al*, 2007)

com a qual o ser humano percebe a realidade é um aspecto importante para o impacto ambiental de suas ações.

Por isso, os ecossistemas humanos são compostos por sistemas que podem pertencer a todas as categorias de sistemas propostas por Bertalanffy. Newell[192] elucida com precisão o ponto aqui abordado:

> Um dos principais desafios em se estudar sistemas humanos e naturais acoplados é entender as interações entre fenômenos que ocorrem em escalas temporais e espaciais diferentes. Em sistemas hierárquicos, existe uma correlação direta entre escala e nível organizacional. O acoplamento entre as partes de um sistema hierárquico pode ser muito mais complexo – particularmente quando a percepção e intervenção estão envolvidas[193] Ademais, nossa habilidade para construir modelos integrados com poder de explicação adequado depende diretamente do nosso entendimento dos aspectos de organização e escala.

Vale criar um exemplo hipotético para ilustrar a problemática dos estudos de ecossistemas humanos (sistemas socioecológicos). Pretendendo-se realizar um estudo da qualidade do ar de uma região habitada por seres humanos, pode ser necessário estudar junto com o regime de ventos (sistema abiótico) e a tolerância orgânica à

---

[192] Newell *et. al.* (2005, p.304)

[193] (Alexander, 1965; Kontopoulos, 1993; Crumley, 2003).

poluição (sistema orgânico); a legislação ambiental (sistemas sociais), e a cultura de mobilidade urbana (sistemas simbólicos); os carros (sistemas mecânicos) envolvidos na problemática que por sua vez carburam moléculas de gasolina (sistemas estáticos).

Considerando-se a dinâmica complexa dessas interações, a teoria geral dos sistemas, através de um enfoque transdisciplinar e multidimensional, mostra-se como uma ferramenta teórica útil para o entendimento de ecossistemas nos quais interagem sistemas socioecológicos.

Li An[194] comenta:

> Sistemas humanos e naturais usualmente são estudados de forma separada, ou tendo os sistemas humanos como sistemas limitados por entradas e saídas dos sistemas naturais (normalmente incluindo o ambiente físico e o ecossistema correspondente), ou apenas como sistemas naturais sendo sujeitos a distúrbios de origem antrópica. Esse abismo entre sistemas naturais e humanos tem dificultado uma melhor compreensão da complexidade (i.e. retroalimentação, não linearidade e gatilhos, heterogeneidade e lapsos de tempo) em sistemas humanos e naturais acoplados (CHANS– Coupled Human and Natural Systems [195] [196]). Este contexto tem possibilitado o crescimento de pesquisas teóricas e empíricas no esforço de se estudar SHNA - Sistemas Humanos e Naturais Acoplados

[194] Li An (2012, p.25)
[195] CHANS – Coupled Human and Natural Systems
[196] LIU *et. al.* (2007)

> (CHANS). [...] Análises sintéticas dos esforços de pesquisa têm revelado a característica transdisciplinar e multidimensional dos estudos empíricos de sistemas humanos e naturais acoplados.[197] [198]

Para Grant e Thomson[199] e Grant[200], a Teoria Geral dos Sistemas provê uma base filosófica comum sobre a qual sociólogos e ecólogos podem se comunicar, configurando-se assim como uma ferramenta potencialmente útil para modelar sistemas humanos e naturais acoplados, ou ainda, sistemas socioecológicos.

Essas hierarquias são comparáveis àquelas propostas por Bertalanffy, e mostram que estudos desse tipo apresentam características transdisciplinares.

Stakeholder Analisys

---

[197] Human-nature systems used to be studied in separation, either as human systems constrained by or with input from/output to natural systems (usually including the physical environment and the corresponding ecosystem), or as natural systems subject to human disturbance. This chiasm between natural and human systems, has hindered better understanding of complexity (e.g., feedback, nonlinearity and thresholds, heterogeneity, time lags) in coupled human and natural systems (CHANS; Liu et. al, 2007). This context has given rise to many theoretical and empirical research efforts in studying CHANS (Coupled Human and Natural Systems) [trad. do autor].

[198] (BIAN, 1997; WALSH *et. al*, 1999; MANSON, 2008)

[199] Grant e Thomson (1997)

[200] Grant (2002)

Sendo o estudo dos sistemas socioecológicos um problema complexo e transdisciplinar, Anderson[201] propõe que a participação de diversos *stakeholders* ou ainda a consulta a especialistas de áreas diversas do conhecimento só traz benefícios para o entendimento dos sistemas socioecológicos.

Stakeholders, nesse contexto, são os indivíduos ou grupos de indivíduos (de diversas áreas do saber) que podem influenciar ou ser influenciados em interações mútuas de um sistema organizado[202].

Almeida[203] define transdisciplinaridade da seguinte forma:

> [...] trata-se do efeito de uma integração das disciplinas de um campo particular sobre a base de uma axiomática geral compartilhada. Baseada em um sistema de vários níveis e com objetivos diversificados, sua coordenação é assegurada por referência a uma finalidade comum, com tendência à horizontalização das relações de poder. Implica criação de um campo novo que idealmente desenvolverá uma autonomia teórica e metodológica perante as disciplinas que o compõem.

Necessidades ontológicas dos estudos de Sistemas Socioecológicos

[201] Anderson *et. al* (2012)
[202] (FREEMAN, 1984; FROOMAN, 1999; GOODPASTER, 1991; WEISS, 1998)
[203] Almeida (2005)

Considerando-se a complexidade inerente aos sistemas socioecológicos é notório que existe uma limitação para apreensão de todos os componentes e interações que dele fazem parte[204]. Cabe notar que são deveras complexos para que se possa compreendê-los em sua totalidade. Nesse sentido, é necessário que se construam modelos que facilitem a geração de conhecimento sobre esses[205].

> O ser humano está imerso em um mundo complexo, de pistas confusas sobre sua cabeça, ameaçando-o tanto psicologica quanto fisicamente. Seu papel mais refinado no sistema planetário pode ser tornar-se seu timoneiro - se ele puder aprender a recortar a infinidade de detalhes que seu conhecimento tem posto à sua disposição e "ver" a essência das interações ser humano-natureza. [...] A tese aqui é que a complexidade deve ser reduzida ao essencial, se a complexidade se apresenta como um impedimento para se enxergar a forma correta de agir, e isso significa modelagem.[206] [207]

Normalmente, o processo de modelagem parte da identificação de variáveis que constituem o sistema, conforme colocam Gomes e Varriale[208]. O processo de modelagem, portanto, consta em se identificar variáveis em

[204] (CHRISTOFOLETTI, 1999)
[205] (ODUM e ODUM, 2000)
[206] Man is ebbed in a complex world of confusing cues threatening to overwhelm him psychologically as much as physically. His finest role in the mechanism of this planet may be to become its steersman - if he can learn to cut through the plethora of detail his knowledge has brought and "see" the essence of man-nature interactions. [...] The thesis here is that complexity must be reduced to essentials if complexity is to be overcome as an impediment to understand and correct action, and this means modeling [trad. do autor].
[207] (ODUM, 1976)
[208] Gomes e Varriale (2001)

um sistema e inferir suas relações mútuas a fim de definir-se a morfologia que constituirá o modelo.

Modelos: Origem e definição

Na tarefa de se entender um sistema socioecológico, somos imersos em um oceano de informações que nossa inteligência precisa classificar e organizar. Esse desafio é descrito de forma abrangente por Whorf[209] da seguinte forma:

> As categorias e tipos que isolamos no mundo dos fenômenos, não os encontramos ali porque nos olham de frente; pelo contrário, o universo nos é apresentado num fluxo caleidoscópico de impressões que devem ser organizadas por nossa inteligência.

Perante esse desafio de compeensão e organização do mundo, a cognição humana tende a criar simplificações abstratas daquilo que os sentidos captam. Em um sentido *lato*, modelos são representações simplificadas da realidade criadas pela cognição humana, seja qual for o objeto observado. Para Sayão[210], a existência de modelos está justamente na impossibilidade cognitiva de descrever objetos com perfeição, ou seja, esgotar as possibilidades de observação de uma realidada dada.

[209] Whorf (1941, p.229)
[210] Sayão (2001)

Não sendo transparente ao ser humano, o mundo se lhe apresenta como um permanente desafio à sua descrição e é essa limitação filosófica da percepção que permite e exige o aparecimento de modelos. Sayão[211] coloca ainda que, na busca de novos conhecimentos, o ser humano não apenas identifica os fenômenos do mundo através de sensações. Ou seja, não somente através de manifestações imediatas, mas recorre à reflexão sobre o conhecimento acumulado, abstrato e simbólico, o que permite a formulação de hipóteses e a estruturação de modelos. O conhecimento abstrato, dessa maneira, seleciona entre uma imensa variedade de formas e estruturas, as de maior relevância, elaborando assim descrições adequadas à compreensão.

Capra[212] faz a seguinte observação no tocante à relação existente entre a ciência e a construção de modelos:

> [...] o que torna a ciência tão bem-sucedida é a descoberta de que podemos utilizar aproximações. Se nos satisfizermos com uma "compreensão" aproximada da natureza podemos descrever grupos selecionados de fenômenos, negligenciando outros que se mostrem menos relevantes. Assim podemos explicar muitos fenômenos em termos de poucos e, consequentemente, compreender diferentes aspectos da natureza de forma aproximada, sem precisar entender tudo ao mesmo tempo. Esse é o método científico: todas as teorias e modelos científicos são aproximações da verdadeira natureza das coisas; o erro

211 Sayão (2001)
212 Capra (1983)

envolvido na aproximação é, não raro, suficientemente pequeno para tornar significativa essa aproximação.

Finalmente, Haggett e Chorley[213] definem modelo da seguinte maneira:

> [...] um modelo é uma estruturação simplificada da realidade que apresenta supostamente características ou relações sob uma forma generalizada. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, no sentido de não incluírem todas as observações e mensurações e medições associadas, mas, como tais, são valiosas por ocultarem detalhes secundários e permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade.

Sayão[214] completa que os modelos são analogias, ou seja, são representações de funções em meios diversos e podem ser construídos através de (1) formalização matemática, (2) fenomenologia ou (3) esquemas conceituais. Para o autor os modelos são estruturados no sentido de que seus aspectos são explorados em relações com outros modelos, seguindo as características gerais das estruturas cognitivas postuladas por Piaget[215]. Sayão identifica ainda similitudes entre essa forma de cognição relacional e a Teoria Geral dos Sistemas "que propunha visualizar o mundo e o universo em termo de um grande conjunto interconectado, dentro do qual se poderiam separar subsistemas [...]"[216]. É interessante notar que uma ponte de ligação entre a construção de modelos

[213] Haggett e Chorley (1975)
[214] Sayão (2001)
[215] Piaget (1966)
[216] (SAYÃO, 2001, p.82)

cognitivos e a Teoria Geral dos Sistemas pode ser empreendida através da *Gestalt*.

Função, características e tipologia dos modelos

Em relação à função, Angelini[217] coloca que os modelos são construídos para (1) facilitar a compreensão de sistemas e ideias; (2) avaliar os dados observados; (3) fornecer entendimento das ligações entre os componentes; (4) definir os problemas; (5) fazer previsões.

No tocante às características, o quadro 3 sintetiza de forma clara a classificação e descrição dos principais tipos de modelos:

Características	**Descrição**		
Finalidade	Uso para pesquisa	e/ou	Uso para manejo
Variabilidade	Estocástico	e/ou	Determinístico
Concepção	Reducionista	e/ou	Holístico
Tempo	Estático	e/ou	Dinâmico
Parâmetros	Fixos	e/ou	Variáveis
Função	Linear	e/ou	Não linear
Solução	Analítica	e/ou	Métodos numéricos

Características dos modelos
Fonte: Angelini (1999, p.3)

[217] Angelini (1999)

Sobre a tipologia dos modelos, Hagget e Chorley[218] propõem que os modelos podem ser classificados primeiramente segundo a natureza de sua constituição, ou seja, podem ser (1) construções sólidas, físicas ou experimentais; ou ainda como (2) modelos teóricos, simbólicos ou conceituais. Os primeiros tipos podem ser (1.1) icônicos (uma representação da realidade em escala diferenciada), ou (1.2) análogos (representações de propriedades do mundo através de formas diferentes de representação). Os modelos teóricos, simbólicos ou conceituais, por sua vez, são do tipo (2.1) verbal ou (2.2) matemático.

Segundo Burt e Kinnucan[219], todos os tipos de modelos científicos, sejam quais forem suas características peculiares, podem ser identificados ao longo de uma linha continua de representação que liga o cientista ao seu objeto de estudo. Em um extremo está o cientista com seu conhecimento, e no lado oposto, o sistema de informação externo ao ser humano, com suas limitações próprias. Portanto, em um extremo, gravados nos cérebros humanos, encontramos os <u>modelos cognitivos</u> e seus esquemas primários e secundários, conforme propõe Piaget[220]. No outro extremo, existem os sistemas exógenos ao cientista, que possuem suas relações e suas características próprias: são chamados <u>modelos de dados</u>. Os modelos de

218 Hagget e Chorley (1975)
219 Segundo Burt e Kinnucan (1990)
220 Piaget (1966)

dados estão atados à realidade externa, sobre a qual se debruçam os cientistas. Entre esses dois universos está localizado "o campo de representações"[221]. Tais representações situadas entre os modelos cognitivos e os modelos de dados são os chamados modelos conceituais. Os modelos conceituais criam pontes entre as diferenças que existem entre estes dois universos e lançam luz sobre os segundos em vista dos primeiros.

Burt e Kinnucan[222] vão além, defendendo que a representação não individual, e, portanto, compartilhada de um modelo de informação, também é um modelo conceitual. Tal distinção se torna importante ao se considerar a necessidade de uma abordagem transdisciplinar no estudo de sistemas socioecológicos, justamente pelo fato de serem compostos por variáveis de classe de sistemas diferentes (físicas, químicas, sociais etc.) e, portanto, envolverem problemas de diversas áreas do saber.

Modelos Conceituais em Sistemas Socioecológicos

Bendoricchio e Jørgersen[223] colocam que um modelo conceitual é uma representação simbólica dos componentes de um sistema com suas relações intrínsecas e que, normalmente, os modelos conceituais são dispostos na forma de diagramas. Diagramas são esquemas gráficos que

---

221 (SAYAO, 2001)
222 Burt e Kinnucan (1990)
223 Bendoricchio e Jørgersen (2001, p.11)

representam modelos conceituais. Entretanto, o diagrama de um modelo conceitual não deve apenas ser considerado uma lista de variáveis de estado[224] relevantes para o ecossistema estudado. Mas, deve mostrar também como essas variáveis de estado estão conectadas, podendo ainda figurar informações qualitativas, semiqualitativas e/ou quantitativas nessas conexões.

Os principais modelos conceituais segundo esses dois autores são: (1) Modelos verbais; (2) Modelos figurativos; (3) Modelos de caixas; (4) Modelos de entrada e saída; (5) Matrizes conceituais; (6) Dinâmicas de retroalimentação; (7) Diagramas de fluxo; (8) Modelos de diagramas gráficos e (9) Diagramas de circuitos de energia.

Modelos verbais usam uma descrição verbal dos componentes do modelo e sua estrutura. A linguagem alfabética é a ferramenta de conceitualização. Modelos figurativos colocam os componentes modelados em um desenho com suas relações espaciais. Modelos de caixa são representações conceituais onde os componentes do modelo são dispostos em caixas conectadas por flechas que indicam suas relações. Modelos de entrada e saída são próximos aos modelos de caixas; entretanto, indicam-se neles as entradas e saídas do sistema. Matrizes conceituais são matrizes matemáticas que mostram a conectividade entre os elementos representados no sistema. Dinâmicas de retroalimentação são diagramas de linguagem simbólica,

[224] Variáveis, ou variáveis de estado, são os componentes de um sistema, normalmente representados em um modelo conceitual. Elas possuem atributos variantes ao interagirem com os demais elementos do sistema do qual fazem parte, conforme Bendoricchio e Jørgensen (2001).

introduzidas por Forrester[225] . Diagramas de fluxo podem ser usados como diagramas de informação e armazenamento de dados[226], mas não fornecem informações sobre a interação entre os componentes. Modelos de diagramas gráficos são diagramas de caixa, entretanto, com sinalização de causa e efeito positiva ou negativa entre os componentes[227]. Diagramas de circuitos de energia[228] são desenhados para representar relações termodinâmicas, mecanismos de retroalimentação e fluxos de energia.

Todos esses podem descrever as relações intrínsecas em sistemas socioecológicos. São modelos muito úteis para responder questões analíticas, inclusive, podendo servir de base na elaboração de modelos semiqualitativos ou quantitativos[229].

Marten[230] apresenta dois exemplos de modelagem conceitual representados na forma de diagramas que sintetizam a aplicação empírica de um tipo de modelagem para análise de sistemas socioecológicos, cuja finalidade fora a geração de sustentabilidade.

No caso da próxima figura modelou-se conceitualmente um problema por demanda de combustível nas vilas rurais da Índia (dado que a população crescente estava destruindo as florestas para queimar madeira a fim de cozinhar) a partir das variáveis do problema. O modelo permitiu uma

---

[225] Forrester (1961)
[226] (Phipps, 1979)
[227] (PUCCIA, 1983)
[228] (ODUM, 1983)
[229] (BENDORICCHIO e JØRGENSEN, 2001, p.221)
[230] Marten (2001)

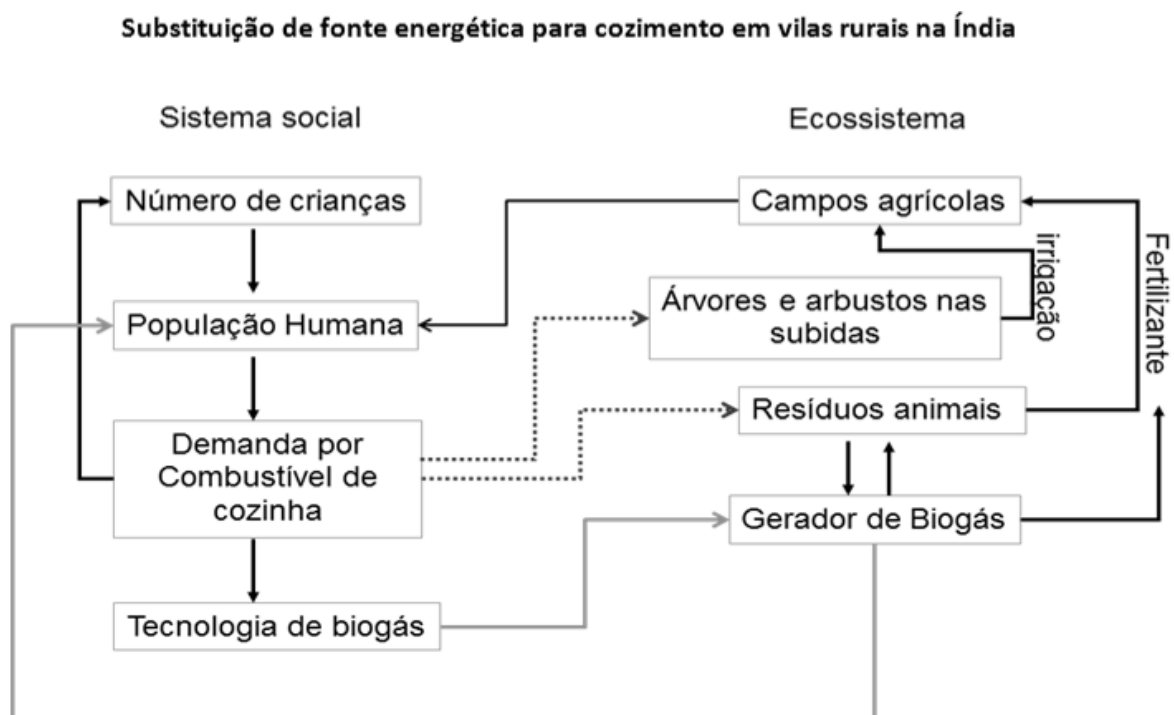
visualização multidimensional e transdisciplinar do problema, e novas conexões internas puderam ser visualizadas. O trabalho resultou na instalação de sistemas simples de geração de biogás a partir das fezes do gado, que por sua vez possibilitou uma mudança na matriz energética dessa comunidade, diminuindo a pressão por desmatamento.

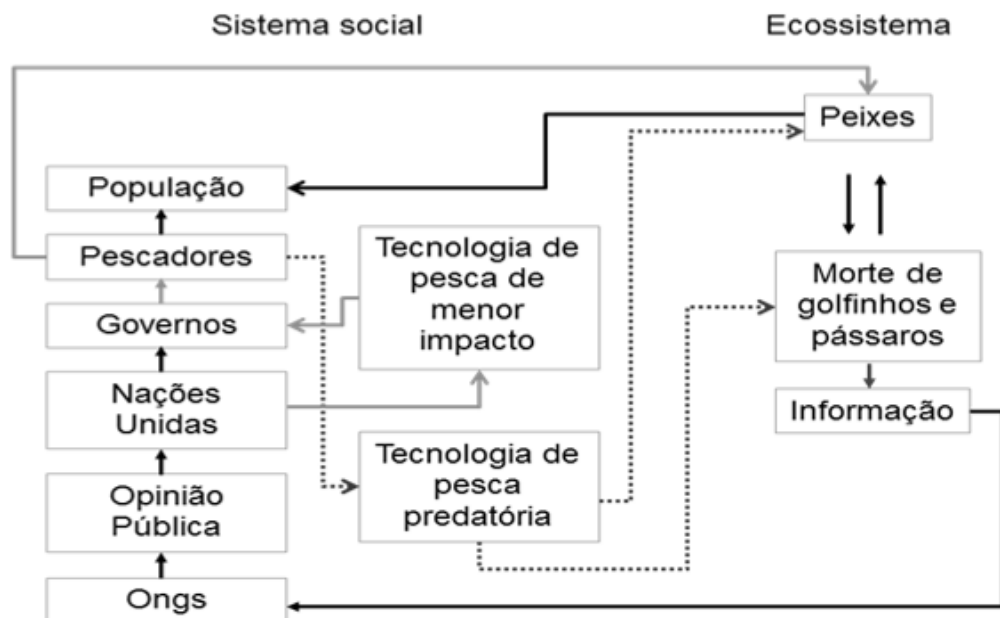
Em um segundo caso, na figura subsequente, a inadequação na tecnologia pesqueira comercial estava causando a morte acidental de animais por afogamento. A modelagem conceitual também auxiliou na tarefa de abrandamento desse problema, na medida em que mobilizou as organizações políticas a pressionarem a indústria pesqueira no sentido de mudar a tecnologia de pesca.

Em ambos os modelos conceituais ilustrados abaixo, as setas escuras representam conexões de cada ecossistema humano que foram desfeitas. As setas claras representam novas conexões criadas. As setas pretas representam as conexões que foram mantidas.

Outros exemplos de modelos conceituais de sistemas socioecológicos podem ser vistos em Odum[231], Capra [232], Kormondy e Brown[233], Brown[234], Brown[235], Noble[236] e Jørgensen e Nielsen[237].

---

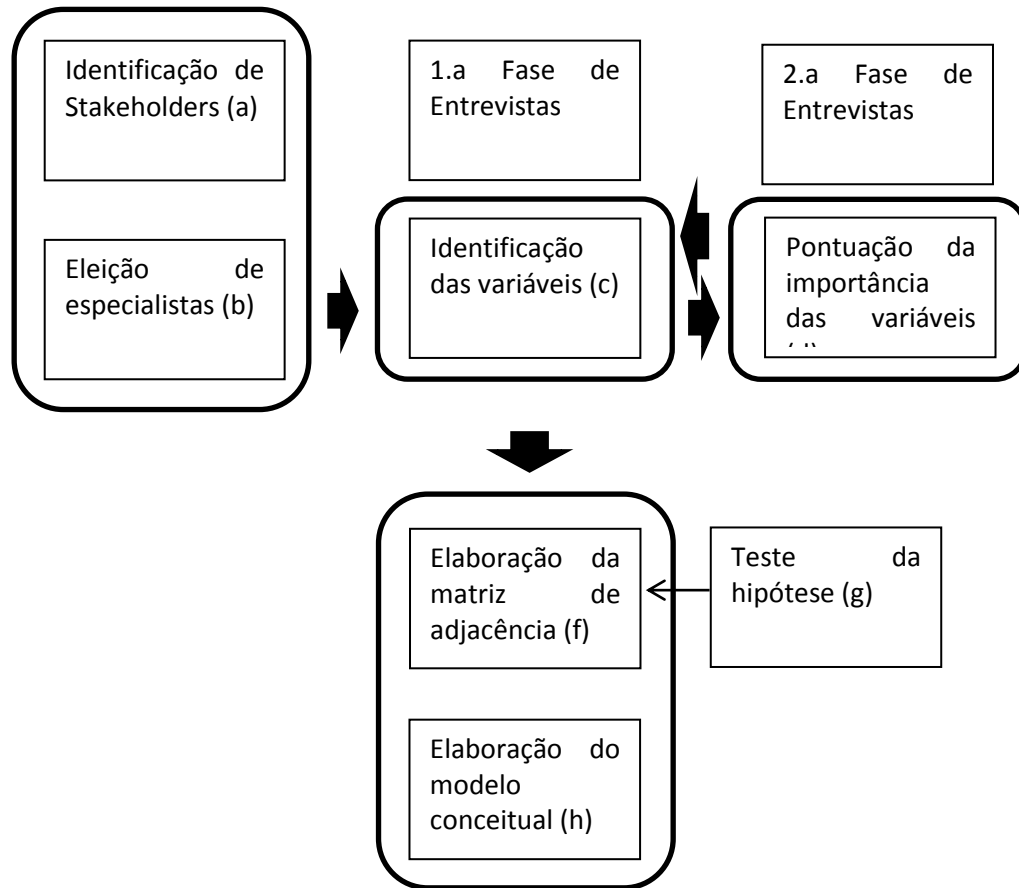
[231] Odum (1976)
[232] Capra (1995)
[233] Kormondy e Brown (2002)
[234] Brown (2004)
[235] Brown *et. al* (2004)
[236] Noble *et. al* (2009)
[237] Jørgensen e Nielsen (2012)

Substituição de fonte energética para cozimento em vilas rurais na Índia. Legenda: As linhas escuras eram antigas conexões entre variáveis que foram substituídas pelas linhas claras.
Fonte: Adaptada de Marten (2001)

Mudança no sistema de pesca comercial para diminuição da morte acidental de mamíferos e pássaros. Legenda: As linhas escuras eram antigas conexões entre variáveis que foram substituídas pelas linhas claras
Fonte: Adaptada de Marten (2001).

Proposição Metodológica

Segundo a classificação tipológica proposta por Lakatos[238], este método se caracteriza como um estudo de caso, composto de entrevistas abertas e semiestruturadas com especialistas de diversos *stakeholders* para construção de um

[238] Lakatos (2003)

modelo conceitual. A aplicação de matrizes para tabulação dos dados é outra característica da pesquisa. O modelo conceitual tem as seguintes características: É um modelo verbal-figurativo, de variabilidade determinística, concepção holística, tempo estático, parâmetros fixos, de função linear e solução analítica.

O método proposto envolve oito etapas e pode ser sintetizado desta maneira:

Identificação dos s*takeholder*s

Esta etapa do trabalho consiste em elencar os *stakeholders* que interferem no sistema estudado. A escolha é feita através de pesquisa bibliográfica e de campo. É interessante notar que quanto mais diversos forem os *stakeholders,* mais completa e transdisciplinar se torna a abordagem do problema investigado. Carroll and Buchholtz[239], Freeman[240], Svendsen[241] e Wood[242] apresentam métodos

[239] Buchholtz (2000)
[240] Freeman (1984; 2002)
[241] Svendsen (1998)
[242] Wood (1990)

para prospecção de dados partindo-se de *stakeholders*, o que pode envolver pesquisa documental, observação participante ou consulta a especialistas. Nesse trabalho optou-se pela consulta à literatura e a especialistas.

Eleição de especialistas

Tendo levantado a lista de *stakeholders* como plataforma inicial da pesquisa, são prospectados 12 ou mais especialistas conhecedores do problema investigado, conforme sugere Mitroff e Emshoff[243]. Esses autores mostram que a consulta a especialistas é uma técnica de coleta de dados que se utiliza de entrevistas (estruturada, semiestruturada e em profundidade) a fim de que se obtenham as informações desejadas. Consiste em um encontro com especialistas para que se dirijam perguntas a eles e se coletem as respostas. A ideia de especialista aqui descrita se assemelha à ideia de informante-chave da antropologia.[244]

Identificação das variáveis

As variáveis são identificadas por uma entrevista composta por três etapas. A primeira etapa se constitui em explicar o

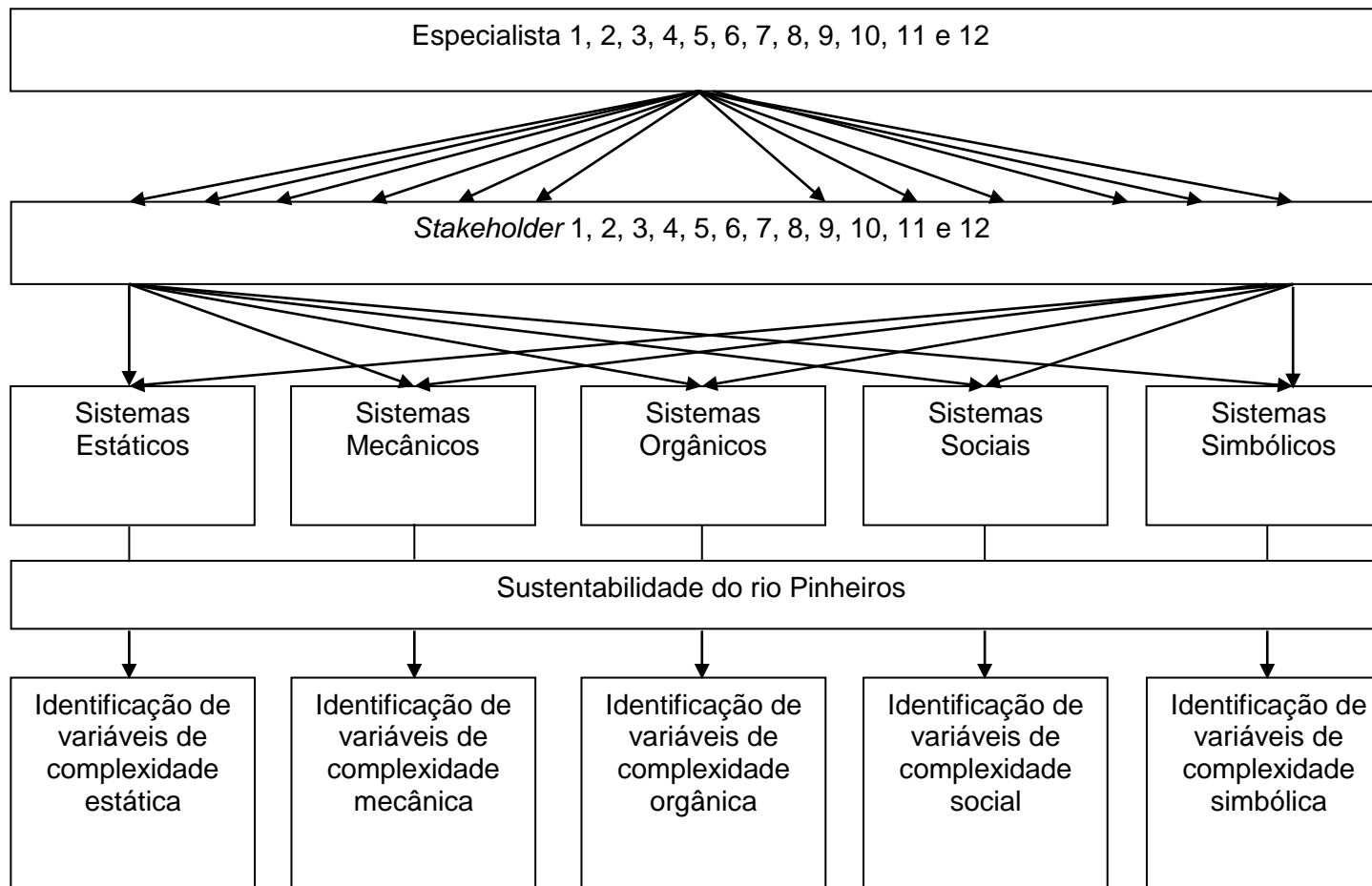
[243]Mitroff e Emshoff (1979)
[244] (FETTERMAN, 1998, pg. 483)

contexto e os conceitos fundamentais da investigação. Na segunda etapa o especialista é encorajado a falar livremente sobre o problema estudado. Na terceira fase perguntas objetivas são geradas a fim de se identificar as variáveis do sistema estudado. Para organizar a formulação das perguntas nas entrevistas criou-se uma matriz que combina as possibilidades de interação dos especialistas consultados com os *stakeholders* e as categorias de sistemas investigadas. Ao se percorrer as possibilidades de combinação dos elementos da matriz, no caso desse trabalho, geram-se 60 perguntas objetivas que ajudam o profissional a prospectar os dados. A figura a seguir mostra a matriz que gera as perguntas objetivas dessa etapa da entrevista.

Por exemplo:

> "Considerando-se a Companhia de Saneamento Básico (*stakeholder*) quais são os sistemas estáticos (categoria de sistema) ligados às suas atividades que interferem na sustentabilidade do Rio Pinheiros?"

Resposta hipotética: Aumento do fosfato e diminuição do oxigênio da água.

Tem-se, portanto, duas variáveis identificadas.

Matriz para auxiliar a geração de perguntas de identificação das variáveis.
Fonte: Elaborado para esse trabalho

Espera-se que depois de tabulados os dados gerados ao longo dessas entrevistas, um quadro com as variáveis relevantes do sistema socioecológico seja construído.

Identificação da importância das variáveis

Em uma segunda rodada de entrevistas, as variáveis levantadas anteriormente são apresentadas aos especialistas de forma que eles pontuem cada uma delas segundo a sua importância em uma escala Likert[245] de zero a dez pontos. A partir dos pontos atribuídos, são calculados os escores hierárquicos de importância para as variáveis levantadas segundo a pontuação de cada especialista. A escala Likert já foi aplicada com sucesso no estudo de importância de variáveis conforme se vê nos trabalhos de Boaventura e Fischmann[246] e Boaventura[247].

O cálculo da hierarquia de escore é uma técnica estatística, na qual os pontos em uma escala do tipo Likert podem ser transformados em escores de importância. O procedimento consiste em colocar as notas atribuídas a um conjunto de variáveis por diversos especialistas em ordem decrescente e numerar as notas de forma que se construa uma escala de importância relativa ao número de variáveis analisadas.

---

[245] Likert (1932)
[246] Boaventura e Fischmann (2008)
[247] Boaventura *et. al* (2008)

É uma técnica que ajuda a hierarquizar as variáveis em ordem de importância quando se parte de uma pontuação subjetiva de escalas Likert de zero a dez. Por questões operacionais, ao invés de pedir para os especialistas ordenarem em grau de importância 65 variáveis – o que seria complicado do ponto de vista prático - aplica-se a escala Likert e posteriormente uma hierarquia de escore baseada na mediana dos valores decrescentes para as notas iguais. O quadro que segue explicita o procedimento.

Variável	Descrição	Pontuação	Escore	Mediana de score
Fósforo acaba em mananciais (Billings)	Nutrientes que impactam os reservatórios (eutrofização).	10	17	14,5
Material de assoreamento	Resíduos da construção civil e solo carreado de loteamentos clandestinos.	10	16	14,5
Índice de Nitrogênio	Nutrientes que impactam os reservatórios (eutrofização).	10	15	14,5
Índice de Nitrogênio	Nutrientes que impactam os reservatórios (eutrofização).	10	14	14,5
Índice de Oxigênio	Afetado pelo lançamento de esgoto.	10	13	14,5

Poluentes surfactantes	Detergentes que mesmo sendo biodegradáveis são dificilmente metabolizados (sulfonato de sódio e benzenos). Refratários ao tratamento nas ETEs e geradores de espuma.	10	12	14,5
Metais pesados	Avaliação da quantidade de metais pesados dissolvidos na água.	9	11	9,5
Compostos aromáticos	Resinas industriais, solventes e resíduos de tintas.	9	10	9,5
Produtos orgânicos persistentes	Desruptores endócrinos (shampoos e protetores solares).	9	9	9,5
Sabão em pó	Fosfatos (tripolifosfato de sódio), sequestrante de cálcio na água para favorecer geração de espuma.	9	8	9,5
Garrafas PET e embalagens	Favorecimento de proliferação de mosquitos, quebra de máquinas em elevatórias, prejuízo estético.	8	7	5,5
Gás sulfídrico	Metano e gás sulfídrico.	8	6	5,5

Lixo doméstico descartado na rede	Produtos descartáveis (hastes flexíveis, fio dental).	8	5	5,5
Resíduos da frota automotiva	Substâncias ligadas à gasolina (tolueno, benzeno, xileno, fenóis - cadeias aromáticas, óleos e graxas). Desgastes de pneu e asfalto.	8	4	5,5
Sobras de inseticidas	Empresas de controle de pragas que lavam recipientes de veneno na rede de água e pulverização de inseticida para controle do Aedes aegypt vetor de febre hemorrágica (dengue).	7	3	2,5
Toxinas carcinogênicas	Produzidas por algas ou oriundas de elementos químicos (clorados e aromáticos).	7	2	2,5
Hormônios de anticoncepcionais	Urina humana rica em estrogênio sendo lançada no rio.	6	1	1

Exemplo de atribuição de mediana de score

Elaboração da matriz de adjacência

Nas etapas anteriores procedeu-se à definição das variáveis do modelo e obteve-se os escores de importância das variáveis para a sustentabilidade do sistema socioecológico estudado. Cabe então, a tarefa de identificar as conexões entre as variáveis para construção do modelo conceitual que represente o problema da sustentabilidade do Rio Pinheiros. A representação deverá considerar as conexões causais entre elas.

A literatura aponta que isso é feito através de uma matriz de adjacência. Matriz de adjacência é uma matriz onde se comparam as variáveis do estudo, par a par, a fim de se descobrir se há ou não interferência recíproca entre as variáveis. Bendoricchio e Jørgensen[249] propõem a elaboração de uma matriz de adjacência nos seguintes moldes:

As variáveis de estado são listadas verticalmente e horizontalmente, e montada a matriz, o profissional a analisa. Usa-se o número (1) para indicar uma relação provável entre duas variáveis e (0) indicando que não há relação entre as duas variáveis[250]. Por exemplo:

[249] Bendoricchio e Jørgensen (2001)
[250] The state variables are listed vertically and horizontally; is used to indicate that a direct link between two state variables is most probable, while 0 indicates that there is no link between the two components.[trad. do autor]

	Nitrato	Amônia	Fitoplan.	Zooplan.	Peixes	Detritos	Sedimentos
Nitrato*	-	1	0	0	0	0	0
Amonia*	0	-	0	1	0	1	1
Fitoplan.**	1	1	-	1	0	0	0
Zooplan.**	0	0	1	-	0	0	0
Peixes*	0	0	0	0	-	0	0
Detritos**	0	0	1	1	1	-	0
Sedimentos*	0	0	1	1	0	1	-

Matriz de adjacência
Fonte: Bendoricchio e Jørgensen (2001, p.24)

No caso da matriz de adjacência de Bendoricchio e Jørgensen, as relações apontadas com o número (1) são transpostas para um diagrama conceitual na forma de arestas conectivas entre as variáveis. Observa-se na tabela que duas classes de sistemas estão sendo comparadas nessa matriz: Sistemas estáticos* e sistemas orgânicos** (a diferença entre sistemas estáticos e mecânicos para os sistemas orgânicos está no fato de que os sistemas orgânicos estão importando entropia negativa). Outra maneira de representar a matriz de adjacência é elencar a variável analisada no topo da tabela e listar as outras variáveis com as quais ela será comparada abaixo. Tal procedimento é realizado variável a variável até que se esgotem as possibilidades de combinação.

Teste de hipótese

O teste de hipótese proposto tem o intuito de mostrar que existe uma sobreposição entre o conjunto das variáveis com os escores de importância mais altos e os graus de conectividade mais altos. Ou seja, que as variáveis mais importantes sejam, também, as quais se identificou posteriormente e de forma independente da pontuação de importância, os maiores graus de conexão dentro do sistema. Para tanto, propõem-se comparar a quantidade de variáveis comuns que se encontram nos primeiros quartis dos conjuntos de importância e conectância. O teste é refutado caso não exista maioria absoluta (mais de 25%) de variáveis comuns entre os dois conjuntos. Por exemplo: O quartil das variáveis de maior importância apresenta as variáveis (1, 3, 7...). O quartil das variáveis de maior conectância apresenta as variáveis (1, 3, 5, 7...). Entre esses dois conjuntos deve haver uma taxa mínima de elementos comuns para que a hipótese seja aceita.

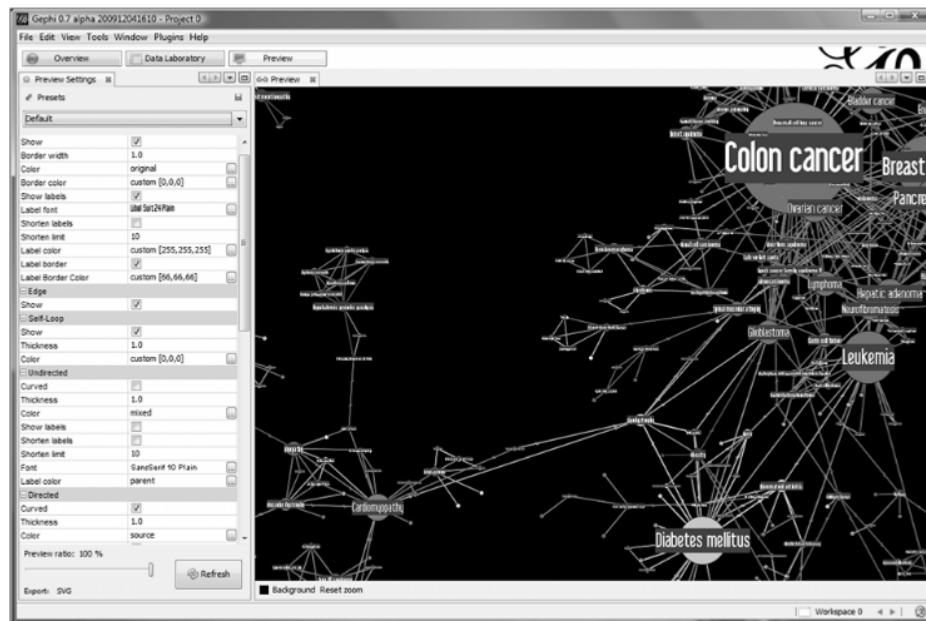
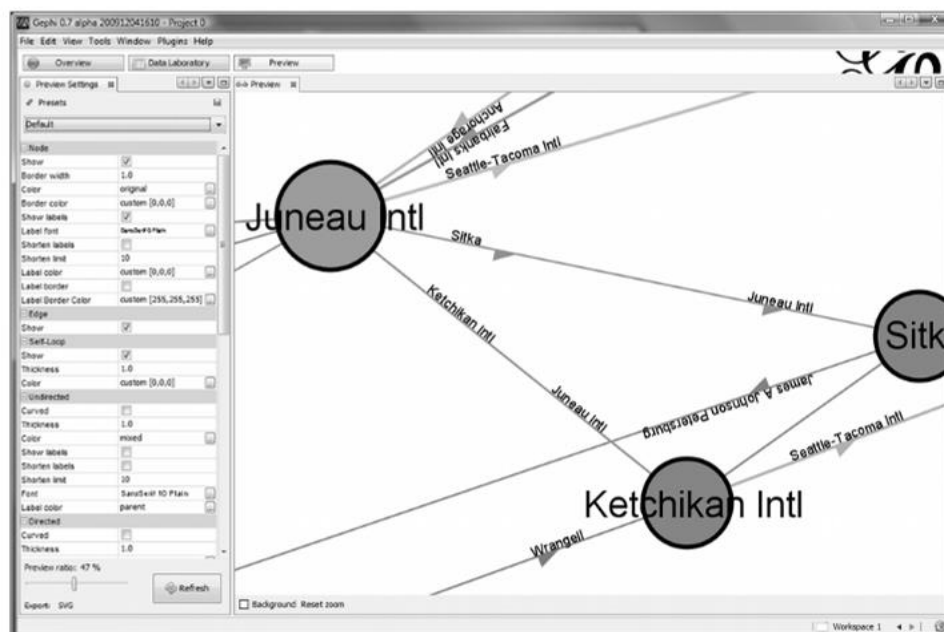
Hipótese: Há uma intersecção de pelo menos 25% de variáveis no quartil de maior índice de importância e de conectividade.

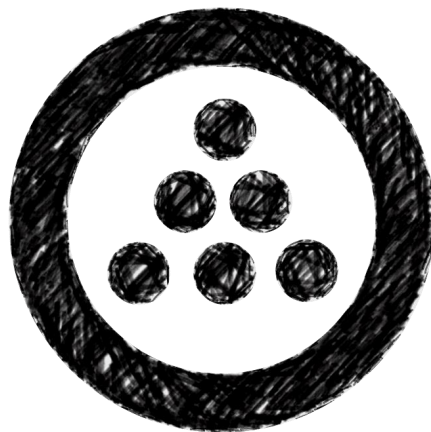
O refutamento da hipótese não inviabiliza o modelo nem o planejamento ambiental a partir dele, mas o torna mais difuso na escolha dos pontos a serem trabalhados.

Elaboração do modelo conceitual

Conforme foi colocado por Bendoricchio e Jørgersen[251], o modelo conceitual pode ser uma representação verbal-figurativa das relações entre as variáveis. O diagrama conceitual deve mostrar as variáveis conectadas entre si em relações causais.

Para facilitar a geração gráfica do modelo optou-se por usar um *software* de geração gráfica de redes e sistemas complexos, chamado *Gephy*. O *Gephy*[252] é uma plataforma aberta e interativa para visualização e exploração de redes, sistemas complexos e gráficos dinâmicos e hierárquicos. A construção de modelos conceituais com o *Gephy* abrange diversas áreas da ciência, e pode ser vista em trabalhos sobre sustentabilidade[253], conectividade de habitats[254], estudos multidimensionais de genética[255], modelagem de redes complexas[256] e modelagem social[257]. As próximas figuras ilustram dois modelos conceituais criados com o *Gephy*:

[251] Bendoricchio e Jørgersen, (2001, p.11)
[252] Disponível em https://gephi.org/ (acesso em 18/01/2013).
[253253] (KIM *et. al*, 2012)
[254] (MORGADO *et. al*, 2012)
[255] (VIGUERIE *et. al*, 2012; CERVERO *et. a*/2012)
[256] (SOUZA *et. al*, 2012)
[257] (THAKUR *et. al*, 2010)

Modelo conceitual criado com o *Gephy*
Fonte: Disponível em HTTPS://gephi.org/screenshots/ (acesso em: 21 jan. 2013)

Etapa vetorial de modelo conceitual criado com o Gephy
Fonte: Disponível em HTTPS://gephi.org/screenshots/ (acesso 21/jan./2013)

O processo de diagramação consiste em alimentar o programa com todas as variáveis levantadas, assim como as conexões existentes entre elas. Feito isso, o programa gera uma representação gráfica das variáveis que compõem o modelo conceitual na forma de um diagrama, aproximando as variáveis mais conectadas entre si e centralizando as mais relevantes em termos de conexões absolutas. Tal cálculo é feito através de um algoritmo matemático chamado "Atlas". Desse modo, a geometria do modelo assume significado. Também se possibilita a identificação de modularidades no modelo conceitual. O algoritmo matemático para o cálculo da modularidade do modelo pode ser visto em Blondel[258].

[258] Blondel *et. al* (2008)

Estudo de Caso: O sistema socioecológico do Rio Pinheiros

Aspectos geográficos do Rio Pinheiros

O Rio Pinheiros se insere no contexto da região metropolitana de São Paulo, precisamente entre a usina de Traição (Latitude 23°35'42'' Sul) e a Usina de Pedreira (Longitude 46°41'39'' oeste), conforme mostra a imagem de satelite. A figura subsequente apresenta uma visão panorâmica do rio no ponto em que este encontra a Usina Elevatória de Traição. Este é o local que liga o Rio Pinheiros com a represa Billings. A próxima figura é uma imagem da represa Billings no ponto no qual ela recebe eventualmente a água do Rio Pinheiros. As torres de energia que abastecem a Usina Elevatória de Traição, as grades de retenção de poluentes e o maquinário responsável pela inversão do curso do rio podem ser vistas nas figuras que seguem, assim como aspectos de sua poluição crônica. Esta região metropolitana abriga 19,7 milhões de pessoas[259], e

mesmo comportando 47% da população do Estado de São Paulo, dispõe de apenas 4% da água existente do Estado.

Considerando-se a Bacia do Alto Tietê, da qual o Rio Pinheiros faz parte, a região metropolitana de São Paulo demanda $71m^3/s$ de água, ao passo que a vazão da bacia toda é de $18m^3/s$[260]. Tal aspecto levou a que a água de outros sistemas hídricos seja importada para suprir a demanda da região metropolitana, tal como as bacias de Guaratuba, Capivari e do sistema Cantareira[261].

Sobre o perfil de consumo de recursos hídricos da região metropolitana, pode-se dizer que ele é diferente daquele que se observa no Brasil como um todo, conforme Mierzwa e Hespanhol[262].

Consumo de água por atividade no Brasil

Perfil do consumo de água no Brasil]
Fonte: Mierzwa e Hespanhol (2005)

[260] (HIDROPLAN, 1995 apud RODRIGUES, 2012, p.22)
[261] (Prefeitura do Município de São Paulo, 2007 apud RODRIGUES, 2012, p.21)
[262] Mierzwa e Hespanhol (2005)

Consumo de água por atividade na Região Metropolitana de São Paulo

Perfil do consumo de água na capital de São Paulo
Fonte: Mierzwa e Hespanhol (2005)

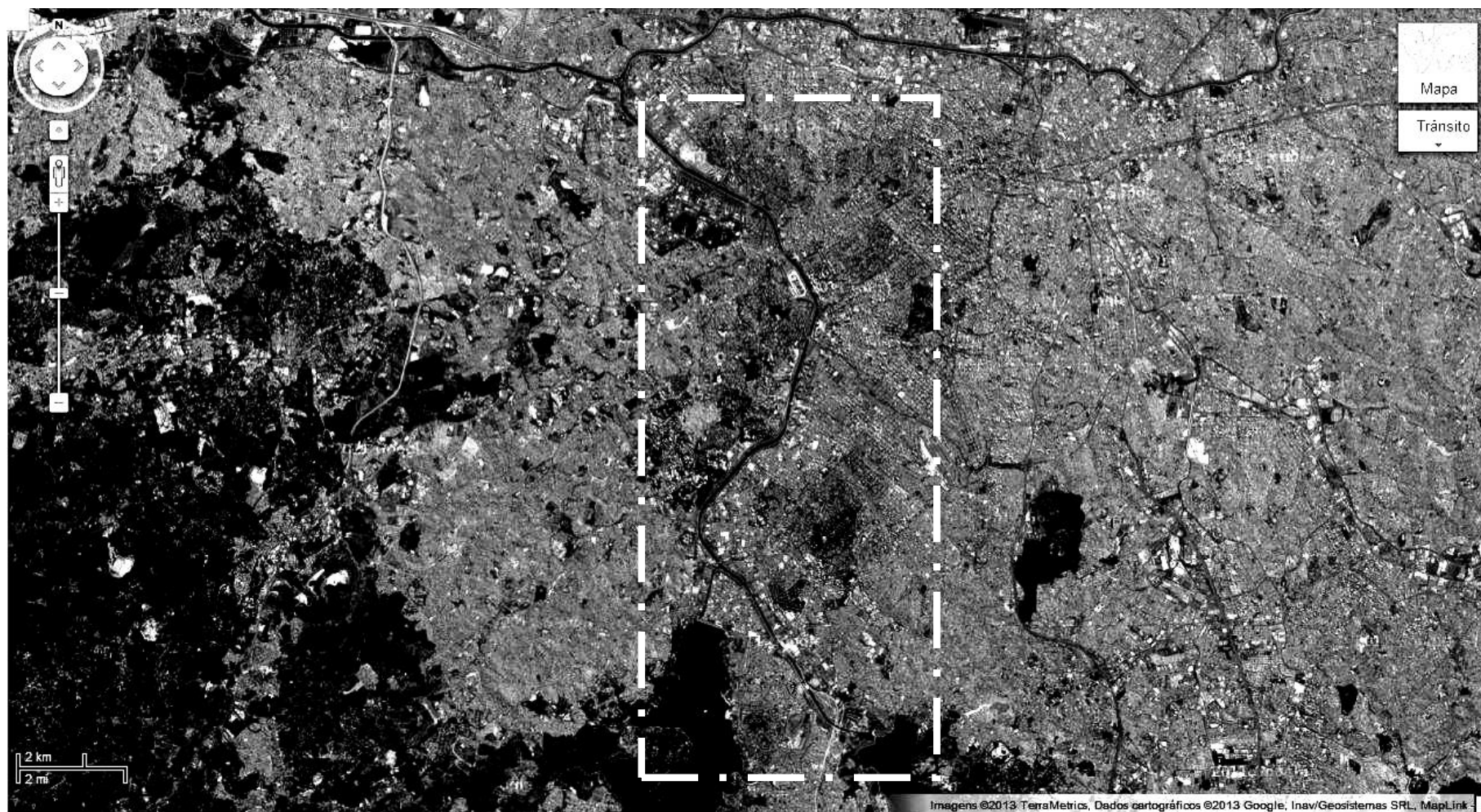



Foto de satélite do Rio Pinheiros e demarcação geográfica em branco.
Fonte: http://google.com/maps (Acesso em 23/fev./2013)

Imagem panorâmica do Rio Pinheiros no seu ponto de encontro com a Usina Elevatória de Traição.
Fonte: Foto do autor

Imagem da Represa Billings no ponto em que recebe a água do Rio Pinheiros
Fonte: Foto do autor

Torres de energia que movimentam o maquinário de elevação
Fonte: Foto do autor
Grade de retenção de poluentes do Rio Pinheiros
Fonte: Foto do autor
Bombas de água da Usina Elevatória de Traição
Fonte: Foto do autor

Área de alagamento poluída com material plástico
Fonte: Foto do autor

Aspectos históricos do Rio Pinheiros

No início do século XX, o Rio Pinheiros era chamado de Rio Jurubatuba. Era um rio sinuoso, de larga planície de inundação, cujas várzeas eram utilizadas para recreação e lazer[263]. Dada essa característica da dinâmica hídrica do rio, na década de cinquenta canalizou-se parte de seu curso, e a área de inundação pôde ser utilizada para ocupação efetiva[264]. Com a ocupação e o adensamento da população, ao longo do século XX, não apenas o Rio Pinheiros, mas as

263 (ADORNO, 1999; GORSKI, 2010)
264 (ARAÚJO, 1992)

demais fontes de água que abasteciam a cidade (tal como o Riacho do Anhagabaú e do Tamanduateí) ficaram impróprias para o consumo[265]. Estando as águas dos rios paulistanos impróprias para consumo humano, a Prefeitura de São Paulo iniciou um processo de negociação com a Companhia Elétrica *Light & Power* a fim de usar as águas represadas sob concessão dessa empresa para abastecimento da população[266]. Mas devido ao intenso processo poluidor, as represas e rios de São Paulo perderam a função de abastecer a cidade de água.

O processo de poluição do Rio Pinheiros

O processo de poluição do Rio Pinheiros é marcado por etapas diferentes, sendo a primeira etapa marcante, a poluição das ocupações, já no início do século XX. A segunda etapa poluidora se deu na década de trinta, com o avanço da indústria paulista, que se estendeu ao longo das décadas de quarenta e cinquenta. Em 1955 a capital industrializava 35% dos produtos do país. Tal crescimento mudou o perfil da poluição do Pinheiros de uma poluição doméstica para uma poluição predominantemente industrial[267]. Nos anos sessenta, as regiõies periféricas da capital sofreram adensamento populacional, mudando novamente o perfil da poluição para uma poluição de

---

265 (RODRIGUES, 2012)
266 (MAGALHÃES, 2000)
267 (FREITAS, 1930 *apud* Rodrigues, 2012, p. 35)

origem doméstica. Na década de setenta o fluxo migratório agravou o processo poluidor no que concerne à emissão de esgoto doméstico nos rios paulistas.

Vale notar que o adensamento populacional e o processo migratório se seguiram justamente com o término do processo de retificação do curso do rio. Com o final do processo de retificação, as margens do Rio Pinheiros tornaram-se propícias para paveamento e especulação imobiliária[268]. Como consequência, um contingente ainda maior de pessoas pode ser assentada na várzea do rio.

A obra de retificação não apenas descaracterizou o curso sinuoso do Rio Pinheiros, mas canalizou seu fluxo para a represa Billings, revertendo o sentido natural das águas. A Usina de Traição foi a obra de engenharia que mudou o fluxo do rio e abriu a possibilidade de geração de energia elétrica na Usina de Henrry Borden, em Cubatão. A queda da Serra do Mar serviu de declive para instalação de uma hidrelétrica cuja energia visava abastecer a produção de aço[269].

Através dessa série de transformações, o Rio Pinheiros deixou de ser um rio de largura média de 100 metros e 45 km de comprimento para um córrego de largura de 20 metros e pouco mais de 25 km de extensão[270]. Sua vazão diminuiu cerca de 400% se considerada a diferença entre os anos de 1925 e 2011[271]. Segundo Rodrigues[272]:

---

[268] (PORTO, 1992)
[269] (RODRIGUES, 2012)
[270] (RYBCZYNSKI, 2009)
[271] (EMAE, 2013)

O rio, antes de trajeto sinuoso, agora é um canal artificial que, com a inversão de fluxo, recebe matéria do Rio Tietê apenas para evitar enchentes, pois as represas criadas, que antes serviam para geração de energia, atualmente servem para o abastecimento de água de parte da RMSP – Região Metropolitana de São Paulo e não podem receber grandes quantidades de matéria imprópria para consumo.

Organização política da gestão dos recursos hídricos

No Brasil, a gestão dos recursos hídricos, inclusive da bacia do alto Tietê da qual o Rio Pinheiros originalmente faz parte, possui uma estrutura de poder compartilhada entre as diversas hierarquias do Estado. Há um conselho nacional, comitês estaduais e comitês municipais para a gestão das águas.

Cada Estado da federação elege representantes que formam os seus CRHs – Colegiado de Recursos Hidrícos. Compõem o CRH representantes das secretarias de Saneamento, Energia Elétrica, Meio Ambiente, Casa Civil, Economia, Turismo, Esportes, Saúde, Economia e Planejamento, Agricultura, Fazenda e Educação. Eles contribuem com seus pontos de vista na administração dos recursos hídricos para as bacias hidrográficas situadas dentro

[272] Rodrigues (2012, p. 45)

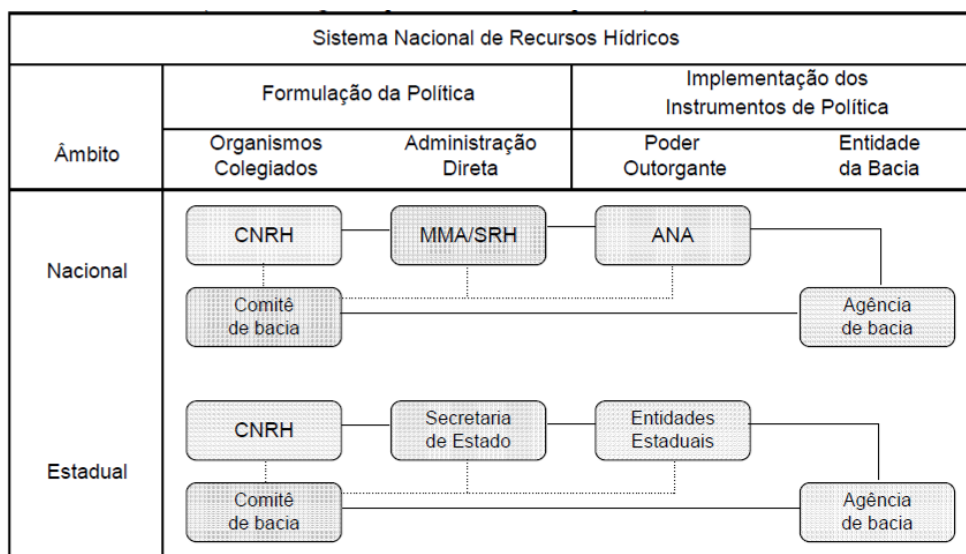
de suas unidades administrativas (Estadual). Além do colegiado Estadual, há os CBHs – Comitê de Bacias Hidrográficas em âmbito regional, ou seja, comitês que zelam por cada bacia hidrográfica específica que existe no município de interesse[273]. No sentido de fornecer suporte aos comitês estaduais e regionais, há ainda o CORH – Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos, que provê suporte técnico e científico para as decisões dos comitês estaduais e regionais[274].

Dado que cada Estado da União possui essa estrutura adminstrativa para gerir suas águas, a composição desses sistemas em âmbito nacional forma o CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos, um órgão vinculado ao MMA/SRH – Ministério Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. O poder de outorga, por sua vez cabe à ANA – Agência Nacional das Águas. Jesus[275] coloca que entre as finalidades do CNRH destacam-se:

1. Atuar como órgão integrador nacional;
2. Dirimir conflitos entre os órgãos estaduais;
3. Analisar propostas de alteração de leis que disciplinem a Política Nacional de Recursos Hídricos;
4. Aprovar propostas para instituição de Comitês de Bacias Hidrográficas;
5. Acompanhar a execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos; e,

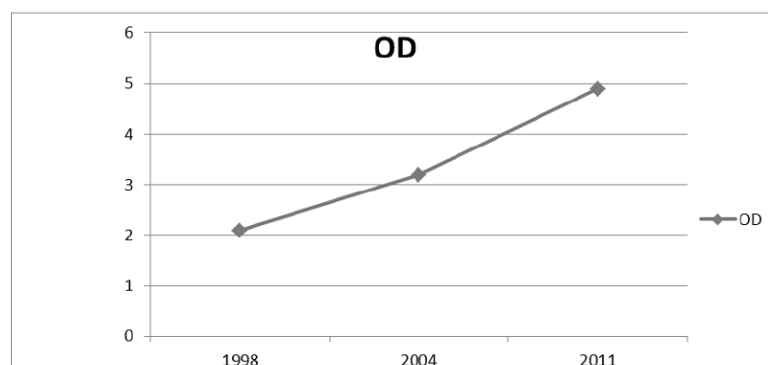
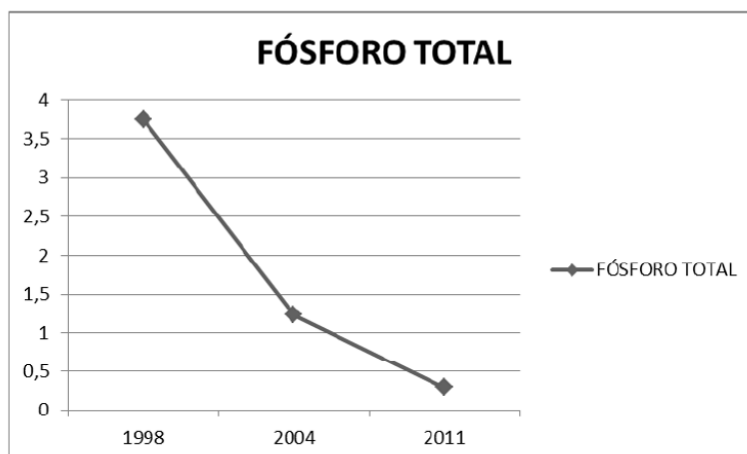
[273] (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008)
[274] (JESUS, 2006)
[275] Jesus (2006, p.12)

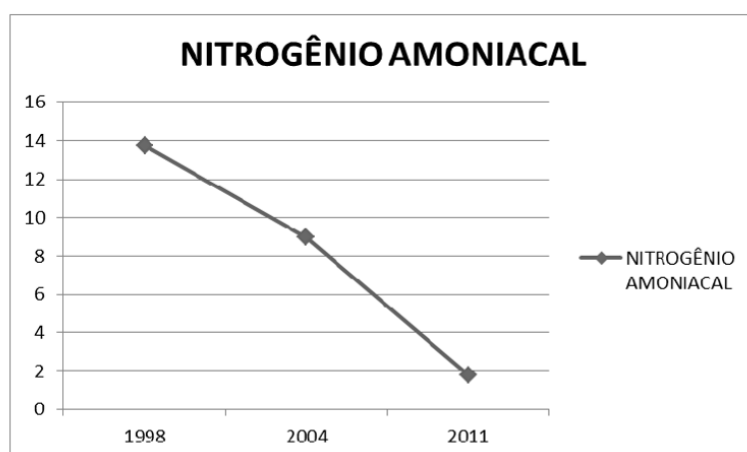
6. Estabelecer os critérios gerais para a cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos.

A figura abaixo ilustra a estrutura geral da gestãos política dos recursos hídricos no Brasil:

Estrutura geral do Sistema de Gerenciamento Hídrico no Brasil
Fonte: Jesus (2006, p.12)

Projeto Tietê

Os projetos para despoluição da bacia do alto Tietê (que inclue o Rio Pinheiros) começaram a ser implementados ainda na década de setenta, particularmente no que concerne ao tratamento de esgotos por parte de empresas públicas. Em 1992, na ECO92, houve uma iniciativa de integrar órgãos Estaduais, como CETESB e SABESP com intuito de melhorar a qualidade da água da bacia do alto

Tietê. Isto porque a região metropolitana além de possuir uma parte pequena dos recursos hídricos, importa água de regiões a ela circunscritas, o que pode gerar problemas futuros no que concerne à posse de água. Foi proposto então o Projeto Tietê, que previa a construção de cinco estações de tratamento de esgoto através da SABESP e um plano de monitoramento de efluentes através da CETESB. Tais Iniciativas têm sido implementadas desde então, o que vem impactado na qualidade das águas do Rio Pinheiros. Embora os resultados estejam aquém das expectativas criadas em 1992, e o Rio Pinheiros ainda seja classificado como um Rio de classe IV (morto), observam-se nas medições de 1998 a 2011 melhorias nos indicadores de poluição.

Índices de Oxigênio Dissolvido (OD) em microgramas por litro (µg/L) no Rio Pinheiros dos anos 1998, 2004 e 2011
Fonte: Rodrigues (2012, p.75-77)

Índices de Fósforo em microgramas por litro (µg/L) no Rio Pinheiros dos anos 1998, 2004 e 2011

Fonte: Rodrigues (2012, p.75-77)

Índices de Nitrogênio Amoniacal em microgramas por litro (µg/L) no Rio Pinheiros dos anos 1998, 2004 e 2011

Fonte: Rodrigues (2012, p.75-77)

Mesmo havendo uma melhoria dos indicadores de poluição da água, o Rio Pinheiros continua se constituindo em um problema ambiental dos mais graves da capital paulista. O impacto de sua poluição possui repercussões graves na saúde pública, no turismo, nos alagamentos, nos transportes, no esporte e lazer da população, para citar apenas os desdobramentos mais evidentes. Os ganhos obtidos são tímidos em comparação com o que se precisa melhorar para o Rio Pinheiros deixar de ser um rio de classe IV.

Identificação dos s*takeholders* no estudo de caso

A lista prévia de *stakeholders* diretamente ligados ao Rio Pinheiros que foram identificados na literatura[276] é a que segue:

1. Companhia de Geração de Energia AES-Eletropaulo;
2. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental;
3. FSP – Faculdade de Saúde Pública;
4. Imprensa;
5. SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo;
6. SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo;

[276] (RODRIGUES, 2012; JESUS, 2012)

7. USP – Universidade de São Paulo;
8. BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento;
9. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas;
10. CPTM – Companhia Paulista de Trens e Metrôs;
11. FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; e,
12. ONG – Associação Águas Claras do Rio Pinheiros.

Partindo dessa lista de *stakeholders*, foi realizado um pré-teste com o instrumento de coleta para se avaliar junto a um especialista a escolha prévia desses *stakeholders*, assim como identificar outros especialistas que poderiam participar do estudo.

O pré-teste aplicou uma primeira versão do instrumento de coleta junto a um especialista em engenharia sanitária, ligado à questão do Rio Pinheiros há mais de vinte anos.

Foram propostas duas sugestões: a substituição do *stakeholder* USP – Universidade de São Paulo, pelo stakeholder EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia e substituição do stakeholder BID – Banco Americano de Desenvolvimento pelo *stakeholder,* CPTM – Companhia Paulista de Trens e Metrôs. A justificativa de tais sugestões se deram 1) pelo fato do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas estar ligado a USP e já estar na lista e a EMAE ser a empresa que administra a calha do rio e 2) Pelo fato do BID agir de forma indireta no problema ao

passo que a CPTM administra parte da margem do rio como no caso da ciclovia.

A lista de *stakeholders* pós o pré-teste utilizada na pesquisa foi a que segue:

1. Companhia de Geração de Energia AES-Eletropaulo;
2. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental;
3. FSP – Faculdade de Saúde Pública;
4. Imprensa;
5. SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo;
6. SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo;
7. EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia;
8. CPTM – Companhia Paulista de trens e metrôs;
9. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas;
10. DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica;
11. ONG – Associação Águas Claras do Rio Pinheiros.
13. FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

O restante do instrumento de coleta apresentou um bom resultado e foi mantido como proposto inicialmente.

Eleição de especialistas no estudo de caso

Uma lista inicial de especialistas foi montada e sugestões de novos nomes foram surgindo a cada entrevista realizada. Ao final, configurou-se um conjunto de 15 experts na questão do Rio Pinheiros consultados ao longo do projeto. Os especialistas variaram em profissão e área de formação conforme mostra o quadro a seguir. Embora tenham sido elencados 15 especialistas, dois grupos de especialistas foram montados para a primeira e para a segunda rodada de entrevistas, conforme previsto no método proposto. Nessa tarefa, a substituição de alguns especialistas da primeira etapa se deu conforme a disponibilidade dos mesmos para participação na segunda etapa.

Especialistas	Formação
1	Bióloga
2	Engenheiro Civil
3	Geógrafo
4	Administrador Público
5	Engenheiro Químico
6	Jornalista
7	Biólogo
8	Engenheiro Químico
9	Administrador
10	Administrador

11	Engenheiro Hidráulico
12	Geólogo
13	Engenheiro Ambiental
14	Gestor Ambiental
15	Sanitarista

Perfil dos especialistas consultados

A primeira rodada de entrevistas contou com os especialistas: (1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 15). A segunda rodada de entrevistas (para atribuição de graus de importância) contou com os especialistas (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 15).

Identificação das variáveis no estudo de caso

Após a aplicação dos questionários da primeira fase com os 12 especialistas consultados, foram extraídas das gravações das entrevistas 65 variáveis operacionais que interferem na sustentabilidade do Rio Pinheiros. As variáveis foram coletadas e organizadas por classe hierárquica de sistema a que pertencem. Os quadros que seguem apresentam o conjunto de variáveis reveladas ao longo da primeira rodada de entrevistas. Por fim, apresentam-se as variáveis por ordem alfabética.

Stakeholder	**Variável**	**Descrição**
SABESP	Esgoto sanitário lançado no rio	Matéria orgânica biodegradável rica em carbono
CETESB	Fósforo acaba em mananciais (Billings)	Nutrientes que impactam os reservatórios (eutrofização)
FSP	Garrafas PET e embalagens	Favorecimento de proliferação de mosquitos, quebra de máquinas em elevatórias, prejuízo estético...
FSP	Gás sulfídrico	Metano e gás sulfídrico
FSP	Hormônios de anticoncepcionais	Urina humana rica em estrogênio sendo lançada no rio
FIESP	Sobras de inseticidas	Empresas de controle de pragas que lavam recipientes de veneno na rede de água e pulverização de inseticida para controle do *Aedes aegypt*, vetor de febre hemorrágica (dengue)
SABESP	Lixo doméstico descartado na rede	Produtos descartáveis (hastes flexíveis, fio dental)
EMAE	Material de assoreamento	Resíduos da construção civil e solo carreado de loteamentos clandestinos
CETESB	Metais pesados	Avaliação da quantidade de metais pesados dissolvidos na água
CETESB	Compostos aromáticos	Resinas industriais, solventes e resíduos de tintas
EMAE	Decomposição na zona bentônica	Proliferação descontrolada de micro-organismos gerando morte sistêmica

		(decomposição em massa na zona bentônica).
CETESB	Índice de Nitrogênio	Nutrientes que impactam os reservatórios (eutrofização)
CETESB	Índice de Oxigênio	Afetado pelo lançamento de esgoto
FIESP	Poluentes surfactantes	Detergentes que mesmo sendo biodegradáveis são dificilmente metabolizados (sulfonato de sódio e benzenos). Refratários ao tratamento nas ETEs e geradores de espuma.
FIESP	Produtos orgânicos persistentes	Desruptores endócrinos (shampoos e protetores solares)
FIESP	Resíduos da frota automotiva	Substâncias ligadas à gasolina (tolueno, benzeno, xileno, fenóis - cadeias aromáticas, óleos e graxas). Desgastes de pneu e asfalto.

Variáveis dos sistemas estáticos

Stakeholder	**Variável**	
EMAE	Alto custo do equipamento para macrodrenagem	Lixo sólido quebra máquinas de usinas. Madeira, garrafas plásticas, carcaças de animais, material de construção.
Imprensa	Impacto das autopistas da marginal no rio	Pistas da marginal gerando impacto ambiental (fragmentação do habitat) no Rio Pinheiros. Problema de atropelamento de capivaras.
EMAE	Rede de drenagem levando poluição difusa	Despejo de poluição difusa nas águas do Rio Pinheiros.
EMAE	Rede de esgotos não conectada a ETEs	Despejo de poluição doméstica no Rio Pinheiros.
EMAE	Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	Recolhe material poluente flutuante no Rio Pinheiros.
EMAE	Dragas para desassoreamento	Assoreamento do rio causando enchentes.
EMAE	Borrifadores de inseticida	Equipamentos para fazer a dispersão de inseticidas.
CETESB	Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	Equipamentos de monitoramento de características químicas físicas e biológicas.
CPTM	Ciclovia integrada aos modais de transporte	Ciclovia integrada ao sistema de trens e metrôs.

Variáveis identificadas dos Sistemas Mecânicos

Stakeholder	**Variável**	**Descrição**
EMAE	Capivaras	Macho expulso do grupo é atropelado na marginal, portadoras de carrapatos. Reflorestamento da margem atraindo mais animais.
EMAE	Flora na margem	Projeto "Pomar" de recuperação da flora nas margens do Rio Pinheiros.
EMAE	Mosquitos *Aedes aegypt*	Proliferação nas garrafas pet parada no leito.
EMAE	Mosquitos *Cullex*	O impedimento legal de bombeamento da água para Billings gera água praticamente parada que propicia a reprodução dos mosquitos.
FSP	Doenças de veiculação hídrica	Vírus e bactérias que podem afetar o ser humano (Hepatites, cólera, amebas e ovos de helmintos).
FSP	Alergias	Aumento de consultas públicas oriundas de alergias e distúrbios causados pelos gases do rio.
Imprensa	Carrapatos	Vetores de febre maculosa - doenças humanas.
Imprensa	Ratos	Ratos como vetores de leptospirose nas enchentes.
Imprensa	Jacarés	Animais perdidos no rio.
Imprensa	Algas	Eutrofização do rio impedindo o rio de respirar (oxigênio baixo).
EMAE	Presença de Coliformes	Contaminação por matéria fecal.
CETESB	Bactérias anaeróbias	Bactérias anaeróbias decompondo a matéria orgânica do Rio.
FSP	Baratas	População de baratas nas margens.

SMA	Fezes de animais	2 milhões de cachorros e 200 mil gatos na cidade de São Paulo.

Variáveis dos sistemas orgânicos

Stakeholder	Variável	Descrição
EMAE	Ação desarticulada dos agentes políticos	Falta de articulação entre as entidades públicas e sociais impossibilitando a geração de projetos com soluções integradas.
CIESP	Proibição legal do bombeamento de água para Billings	Lei promulgada em 1989 proibindo o bombeamento da água do Rio Pinheiros para a Billings, salvo casos de alagamentos.
EMAE	Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	Necessidade de reciclagem de resíduos flutuantes.
CETESB	Poder de multar os agentes poluidores	Aplicação de multas baseadas nas informações da rede de monitoramento.
SABESP	Desbalço hídrico da capital (déficit)	São Paulo gera esgoto adicional pelo fato de importar muita água de outras bacias.
SAPESP	Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	Promotoria não permite instalação de infraestrutura em áreas invadidas.
SMA	Qualidade técnica das licitações	Demanda por licitações que visem mais o aspecto técnico do que aspectos financeiros em projetos de despoluição.
SABESP	Preço do uso água	Preço da água para grandes outorgas.
SMA	Participação qualificada e popular em audiências públicas	Abertura para população opinar junto aos demais *stakeholders* sobre a gestão dos recursos hídricos.

Variáveis identificadas dos Sistemas Sociais

Stakeholder	Variável	Descrição

EMAE	Apropriação do rio pela população	População não se apropria do espaço do rio, repulsa, visão não chega nem a ser utilitária.
AES-Eletropaulo	Paisagem deteriorada	Fios e cabos, lixo, entulho.
Imprensa	Cultura dos descartáveis	Cultura consumista gerando uma carga de resíduos descartáveis.
Imprensa	Denúncias sobre ações poluidoras	Uso da rede de monitoramento para realizar denúncias sobre ações poluidoras.
CPTM	Trânsito agravando a percepção negativa do rio	Trânsito das marginais agravando a má percepção subjetiva da paisagem do rio.
CETESB	Campanhas para reciclagem de pneus	Campanha para redução da poluição por pneus.
Imprensa	Promover a visão sistêmica acerca do problema	Dotar a população de conhecimento holístico sobre a dinâmica de geração do problema ambiental do Rio Pinheiros.
SABESP	Lixo na rua	Educar as pessoas para não jogar lixo no chão.
FIESP	Obstáculos de acesso ao rio	Cultura automobilística isolando fisicamente o Rio da população.
FSP	Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	Ideia de afastamento no ato de poluir a água, legitimando jogar esgoto no rio.
ONG	Ciclovia aproximando a população do Rio	Ferramenta de aproximação da população com o rio Pinheiros.
CETESB	Percepção da coloração da água	Decorrência do lançamento de esgoto.

Variáveis identificadas dos Sistemas Simbólicos

Variáveis Por ordem alfabética
Ação desarticulada dos agentes políticos
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)
Alergias
Algas
Alto custo do equipamento para macrodrenagem
Apropriação do rio pela população
Bactérias anaeróbias
Baratas
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto
Borrifadores de inseticida
Campanhas para reciclagem de pneus
Capivaras
Carrapatos
Ciclovia aproximando a população do Rio
Ciclovia integrada aos modais de transporte
Compostos aromáticos
Cultura dos descartáveis
Decomposição na zona bentônica
Denúncias sobre ações poluidoras
Desbalanço hídrico da capital (déficit)
Doenças de veiculação hídrica
Dragas para desassoreamento
Esgoto sanitário lançado no rio
Fezes de animais
Flora na margem
Formação de especialistas
Garrafas PET e embalagens
Gás sulfídrico
Hormônios de anticoncepcionais
Impacto das autopistas da marginal no rio
Impacto do Rio no sistema de transportes
Índice de Fósforo
Índice de Nitrogênio
Índice de Oxigênio
Jacarés
Lixo doméstico descartado na rede
Lixo na rua
Material de assoreamento
Metais pesados

Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros
Mosquitos *Aedes aegypt*
Mosquitos *Cullex*
Obstáculos de acesso ao rio
Paisagem deteriorada
Participação qualificada e popular em audiências públicas
Percepção da coloração da água
Poder de multar os agentes poluidores
Poluentes surfactantes
Preço do uso da água
Presença de coliformes
Produtos orgânicos persistentes
Proibição legal do bombeamento de água para Billings
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio
Qualidade técnica das licitações
Ratos
Rede de drenagem levando poluição difusa
Rede de esgotos não conectada a ETEs
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)
Resíduos da frota automotiva
Sabão em pó
Sobras de inseticidas
Toxinas carcinogênicas
Trânsito agravando a percepção negativa do rio
Varrição de ruas
Visão sistêmica acerca do problema

Variáveis por ordem alfabética

Identificação da importância das variáveis no estudo de caso

Nessa etapa, as variáveis foram submetidas a uma segunda rodada de entrevistas na qual foi apresentada aos especialistas uma escala Likert de dez pontos para que a elas

fosse dada uma nota de importância. As hierarquias de escores foram devidamente calculadas e os resultados seguem abaixo. A tabela a seguir apresenta as variáveis em ordem de importância com escores normalizados em uma escala de 100 pontos (os *scores* de importância foram estabelecidos através do cálculo de uma técnica chamada mediana de *score*:

Escores de importância normalizados:

Variável	**Score total**	**Score Normalizado**
Esgoto sanitário lançado no rio	204	100
Índice de Oxigênio	188,5	92,40196078
Rede de esgotos não conectada a ETEs	94	87,03703704
Ação desarticulada dos agentes políticos	117,5	81,59722222
Apropriação do rio pela população	111	77,08333333
Presença de Coliformes	128,5	76,48809524
Ratos	125,5	74,70238095
Promover a visão sistêmica acerca do problema	105	72,91666667
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	103,5	71,875
Material de assoreamento	146,5	71,81372549
Poluentes surfactantes	140	68,62745098
Mosquitos *Cullex*	114	67,85714286
Rede de drenagem levando poluição difusa	73	67,59259259
Dragas para desassoreamento	73	67,59259259
Flora na margem	108,5	64,58333333
Bactérias anaeróbias	105	62,5
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	88,5	61,45833333
Doenças de veiculação hídrica	103	61,30952381
Formação de especialistas	88	61,1111111
Garrafas PET e embalagens	124,5	61,02941176
Poder de multar os agentes poluidores	86	59,72222222
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	63,5	58,7962963

Paisagem deteriorada	84,5	58,68055556
Lixo na rua	83,5	57,98611111
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	62,5	57,87037037
Metais pesados	117	57,35294118
Gás sulfídrico	114,5	56,12745098
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	80,5	55,90277778
Alergias	93,5	55,6547619
Lixo doméstico descartado na rede	113	55,39215686
Fósforo acaba em mananciais (Billings)	108,5	53,18627451
Participação qualificada e popular em audiências públicas	76	52,77777778
Cultura dos descartáveis	76	52,77777778
Qualidade técnica das licitações	75,5	52,43055556
Compostos aromáticos	105,5	51,71568627
Mosquitos *Aedes aegypt*	83,5	49,70238095
Percepção da coloração da água	71,5	49,65277778
Baratas	82	48,80952381
Fezes de animais	82	48,80952381
Índice de Nitrogênio	99,5	48,7745098
Carrapatos	80	47,61904762
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	68,5	47,56944444
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	67,5	46,875
Produtos orgânicos persistentes	95	46,56862745
Obstáculos de acesso ao rio	66,5	46,18055556
Resíduos da frota automotiva	93	45,58823529
Capivaras	76,5	45,53571429
Ciclovia aproximando a população do Rio	49	45,37037037
Ciclovia integrada aos modais de transporte	65	45,13888889
Impacto das autopistas da marginal no rio	48	44,44444444
Decomposição na zona bentônica	90	44,11764706
Denúncias sobre ações poluidoras	62,5	43,40277778
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	62,5	43,40277778
Varrição de ruas	62	43,05555556

Sabão em pó	85	41,66666667
Campanhas para reciclagem de pneus	59,5	41,31944444
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	44,5	41,2037037
Preço do uso água	56,5	39,23611111
Impacto do Rio no sistema de transportes	54,5	37,84722222
Hormônios de anticoncepcionais	75	36,7647058
Toxinas carcinogênicas	73	35,78431373
Sobras de inseticidas	67,5	33,08823529
Algas	53,5	31,8452381
Borrifadores de inseticida	32,5	30,09259259
Jacarés	24,5	14,58333333

Elaboração da matriz de adjacência no estudo de caso

A matriz de adjacência foi construída com base nas variáveis identificadas pelos especialistas. Foram analisadas pelo profissional, par-a-par, todas as combinações possíveis entre as 65 variáveis que compuseram esse trabalho. Caso fosse identificada uma relação provável entre as duas variáveis atribuiu-se o valor “1” para a combinação, caso contrário, o valor “0”.

A tabela geral apresenta uma etiqueta numérica “N.” e o número de conexões de cada variável na matriz.

Número e conexões das variáveis na matriz de adjacência:

N.	Variável	Conexões
1	Esgoto sanitário lançado no rio	29
2	Índice de Oxigênio	19
3	Rede de esgotos não conectada a ETEs	27
4	Ação desarticulada dos agentes políticos	18
5	Apropriação do rio pela população	37
6	Carrapatos	9
7	Bactérias anaeróbias	16
8	Visão sistêmica acerca do problema	61
9	Desbalanço hídrico da capital (déficit)	21
10	Material de assoreamento	24
11	Poluentes surfactantes	20
12	Ratos	18
13	Rede de drenagem levando poluição difusa	28
14	Dragas para desassoreamento	19
15	Baratas	13
16	Alergias	21
17	Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	22
18	Jacarés	8
19	Formação de especialistas	12
20	Garrafas PET e embalagens	16
21	Poder de multar os agentes poluidores	17
22	Alto custo do equipamento para macrodrenagem	15
23	Paisagem deteriorada	31
24	Lixo na rua	23
25	Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	21
26	Metais pesados	7
27	Gás sulfídrico	18
28	Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	24
29	Fezes de animais	19
30	Lixo doméstico descartado na rede	17
31	Fósforo acaba em mananciais (Billings)	13
32	Participação qualificada e popular em audiências públicas	16
33	Cultura dos descartáveis	17
34	Qualidade técnica das licitações	15
35	Compostos aromáticos	12
36	Presença de coliformes	18
37	Percepção da coloração da água	20

38	Doenças de veiculação hídrica	19
39	Mosquitos *Cullex*	16
40	Índice de Nitrogênio	13
41	Algas	16
42	Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	22
43	Proibição legal do bombeamento de água para Billings	16
44	Produtos orgânicos persistentes	11
45	Obstáculos de acesso ao rio	12
46	Resíduos da frota automotiva	17
47	Mosquitos *Aedes aegypt*	15
48	Ciclovia	14
49	Ciclovia	17
50	Impacto das autopistas da marginal no rio	8
51	Decomposição na zona bentônica	22
52	Trânsito agravando a percepção negativa do rio	11
53	Denúncias sobre ações poluidoras	19
54	Varrição de ruas	22
55	Sabão em pó	17
56	Campanhas para reciclagem de pneus	14
57	Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	15
58	Preço do uso água	5
59	Impacto do Rio no sistema de transportes	8
60	Hormônios de anticoncepcionais	9
61	Toxinas carcinogênicas	14
62	Sobras de inseticidas	11
63	Flora na margem	9
64	Borrifadores de inseticida	7
65	Capivaras	8

Os formulários das matrizes de adjacência se encontram no final do capítulo.

Teste da hipótese no estudo de caso

A hipótese propõe a existência de uma intersecção entre o conjunto das variáveis mais importantes e o conjunto das variáveis mais conectadas:

Hipótese: Há uma intersecção de pelo menos 25% de variáveis no quartil de maior índice de importância e de conectividade.

A fim de se testar a hipótese calculou-se os terceiros quartis (maiores valores) de importância e conectividade do conjunto de variáveis.

O valor de 61,45 marcou o início do terceiro quartil dos dados segregando a massa de variáveis com maior grau de importância:

Variáveis com índice de importância a partir do 3.o quartil:

Variável	**Score total**	**Score Normalizado**
Esgoto sanitário lançado no rio	204	100
Índice de Oxigênio	188,5	92,40196078
Rede de esgotos não conectada a ETEs	94	87,03703704
Ação desarticulada dos agentes políticos	117,5	81,59722222
Apropriação do rio pela população	111	77,08333333
Presença de Coliformes	128,5	76,48809524
Ratos	125,5	74,70238095
Promover a visão sistêmica acerca do problema	105	72,91666667
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	103,5	71,875
Material de assoreamento	146,5	71,81372549
Poluentes surfactantes	140	68,62745098
Mosquitos *Cullex*	114	67,85714286
Rede de drenagem levando poluição difusa	73	67,59259259
Dragas para desassoreamento	73	67,59259259

Flora na margem	108,5	64,583333
Bactérias anaeróbias	105	62,5
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	88,5	61,45833

O valor de 20 pontos marca o início do terceiro quartil dos graus de conectância das variáveis e segrega as variáveis mais conectadas do conjunto conforme a tabela abaixo:

Variáveis com índice de conexão a partir do 3.o quartil

Variável	**Conexões**
Promover a visão sistêmica acerca do problema	61
Apropriação do rio pela população	37
Paisagem deteriorada	31
Esgoto sanitário lançado no rio	29
Rede de drenagem levando poluição difusa	28
Rede de esgotos não conectada a ETEs	27
Material de assoreamento	24
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	24
Lixo na rua	23
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	22
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	22
Decomposição na zona bentônica	22
Varrição de ruas	22
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	21
Alergias	21
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	21
Poluentes surfactantes	20

Em um universo de 27 variáveis, apenas 7 se mostraram comuns aos dois conjuntos, ou seja, 25,92% de

compatibilidade, índice superior aos 25% proposto na hipótese, conforme o quadro que segue:

Variáveis comuns entre altos graus de importância e conectância
Esgoto sanitário lançado no rio
Rede de esgotos não conectada a ETEs
Apropriação do rio pela população
Visão sistêmica acerca do problema
Desbalanço hídrico da capital (déficit)
Poluentes surfactantes
Rede de drenagem levando poluição difusa

Variáveis comuns entre altos graus de importância e conectância

Com base nesses resultados, a hipótese foi confirmada.

O conjunto das variáveis mais importantes não é predominantemente composto por variáveis com maior número de conexões.

Elaboração do modelo conceitual

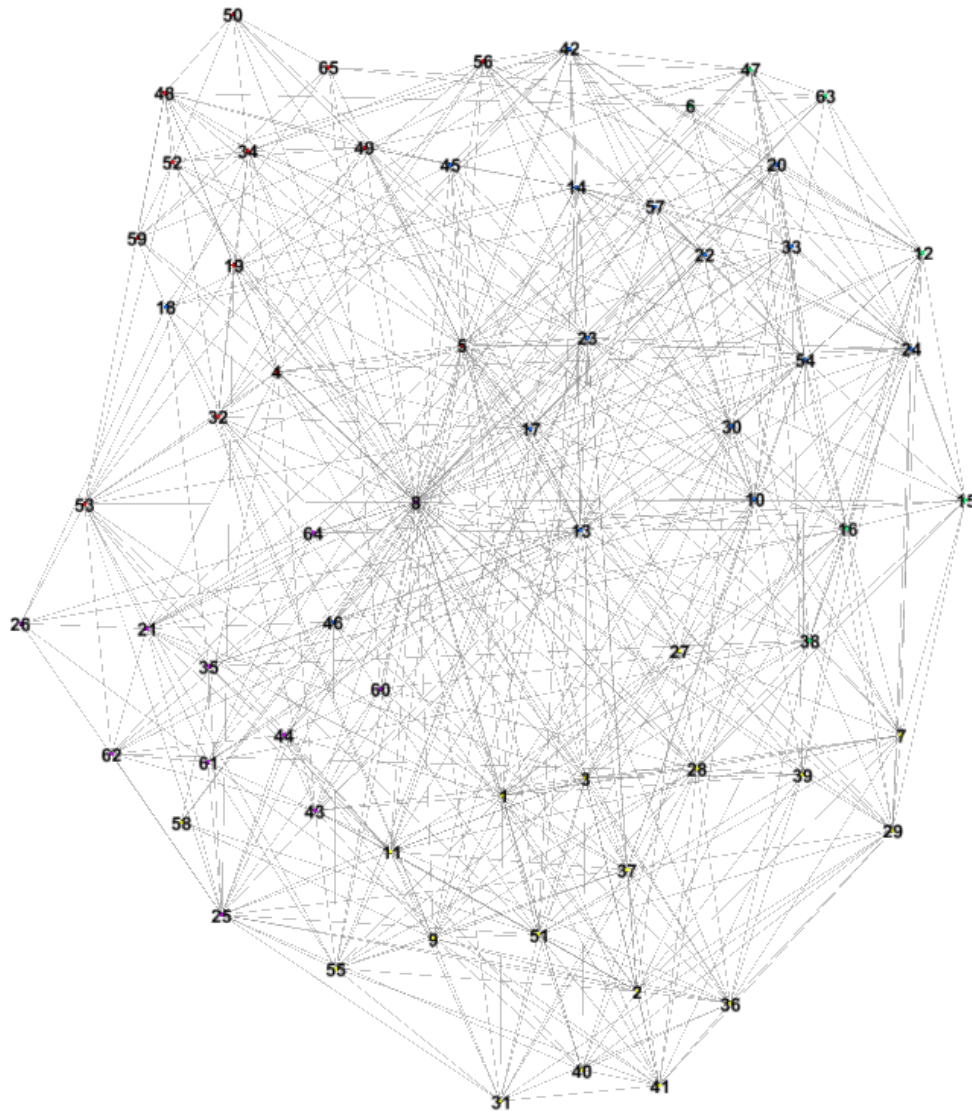
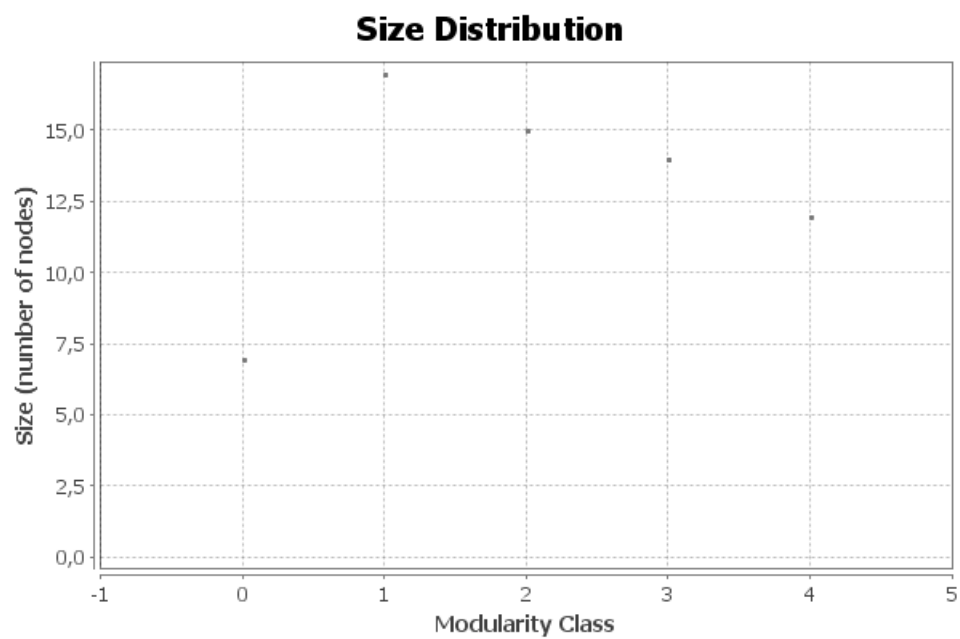
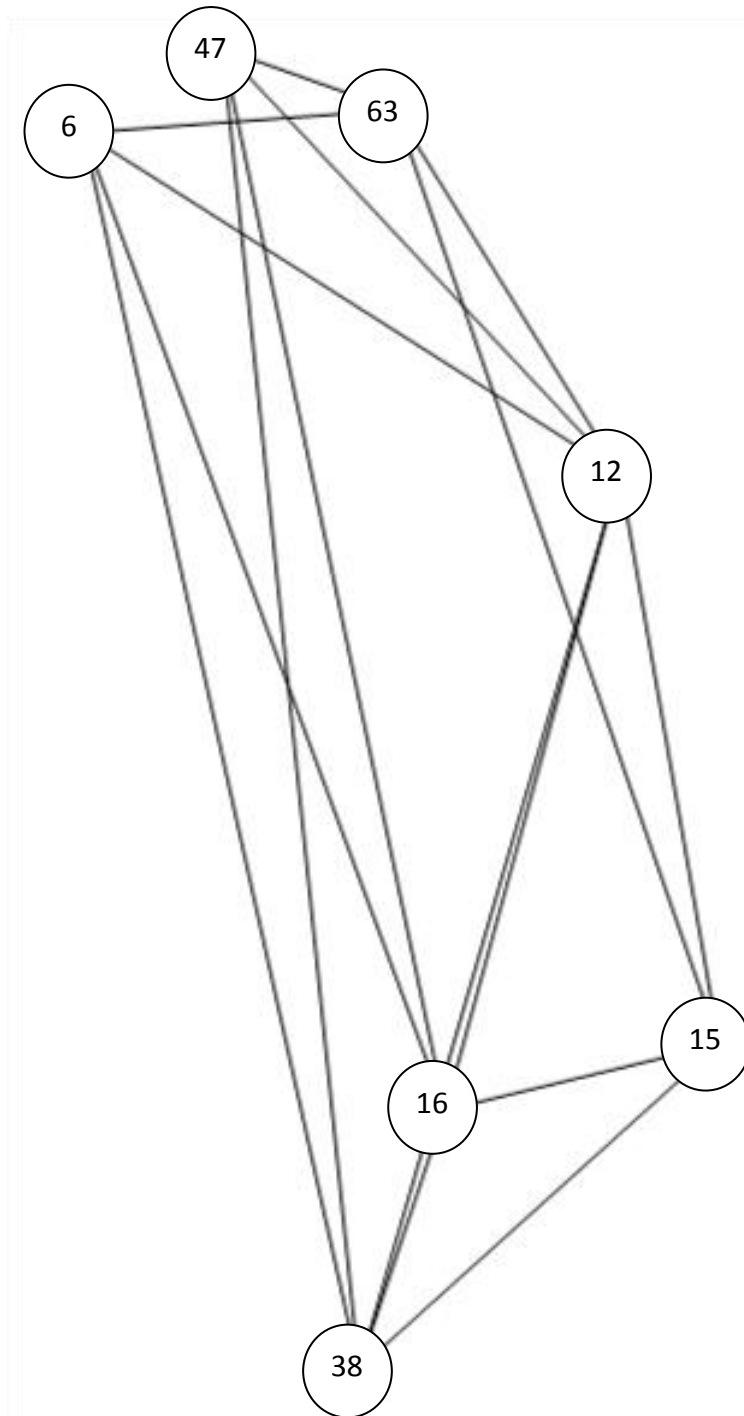
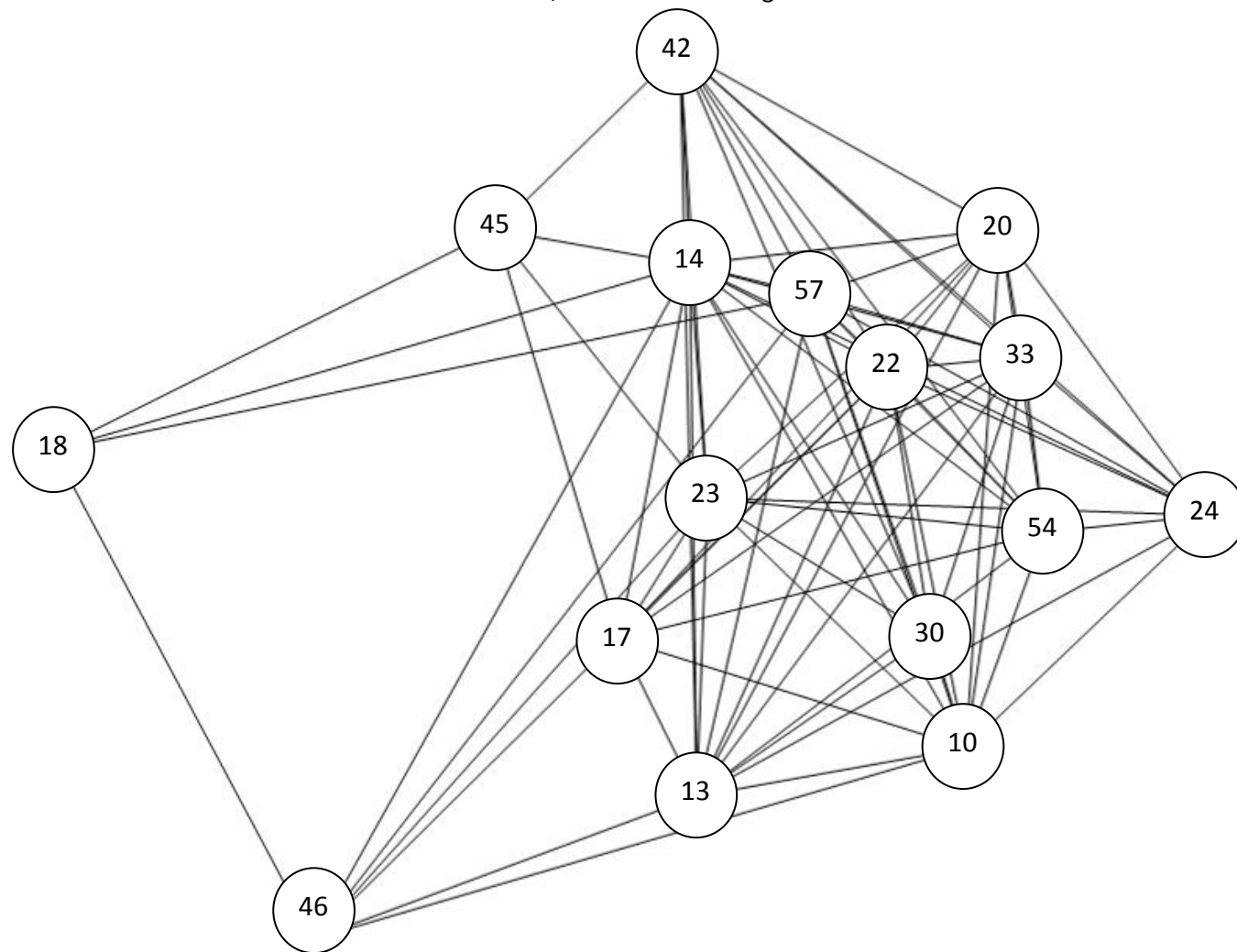
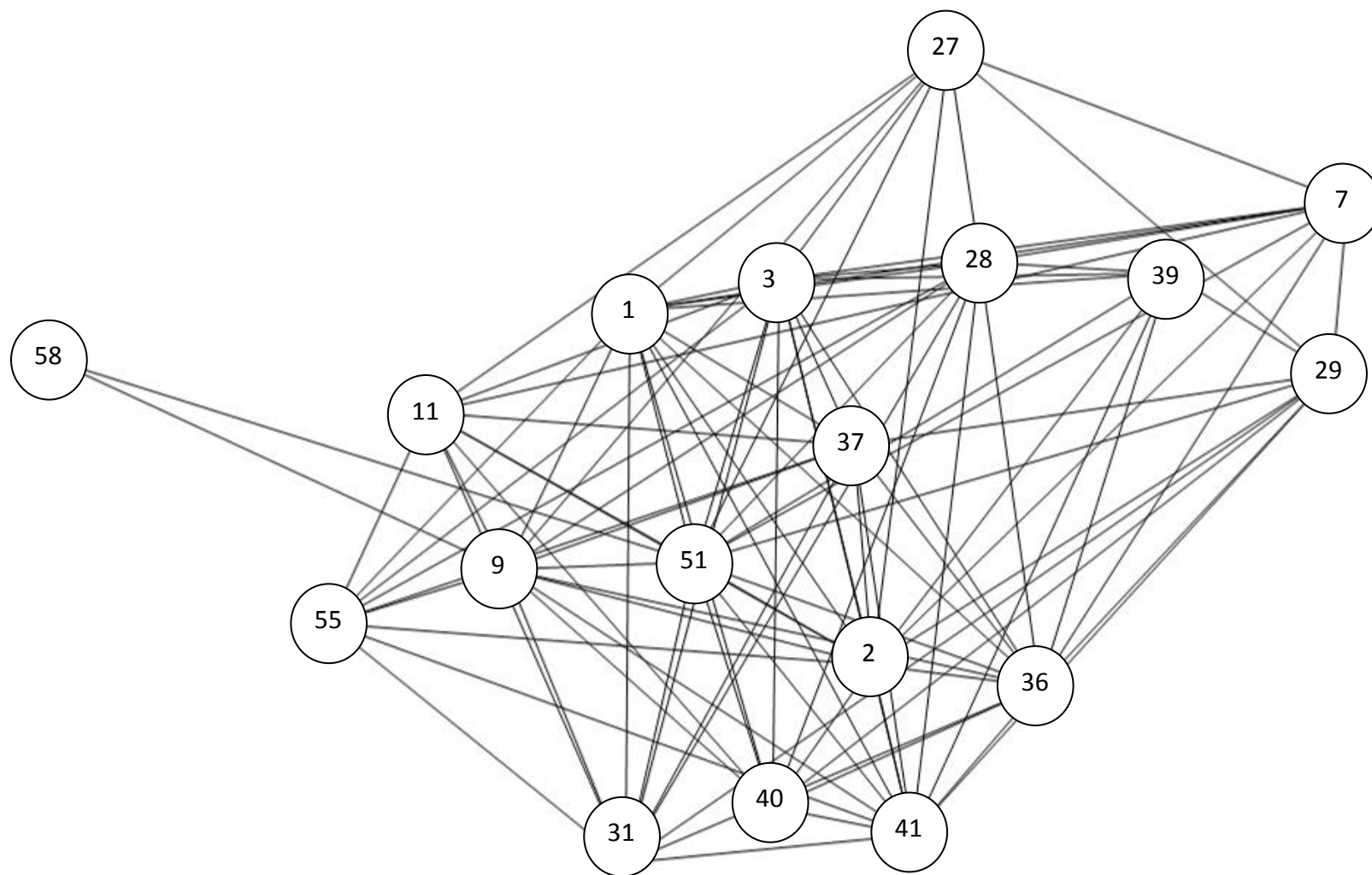
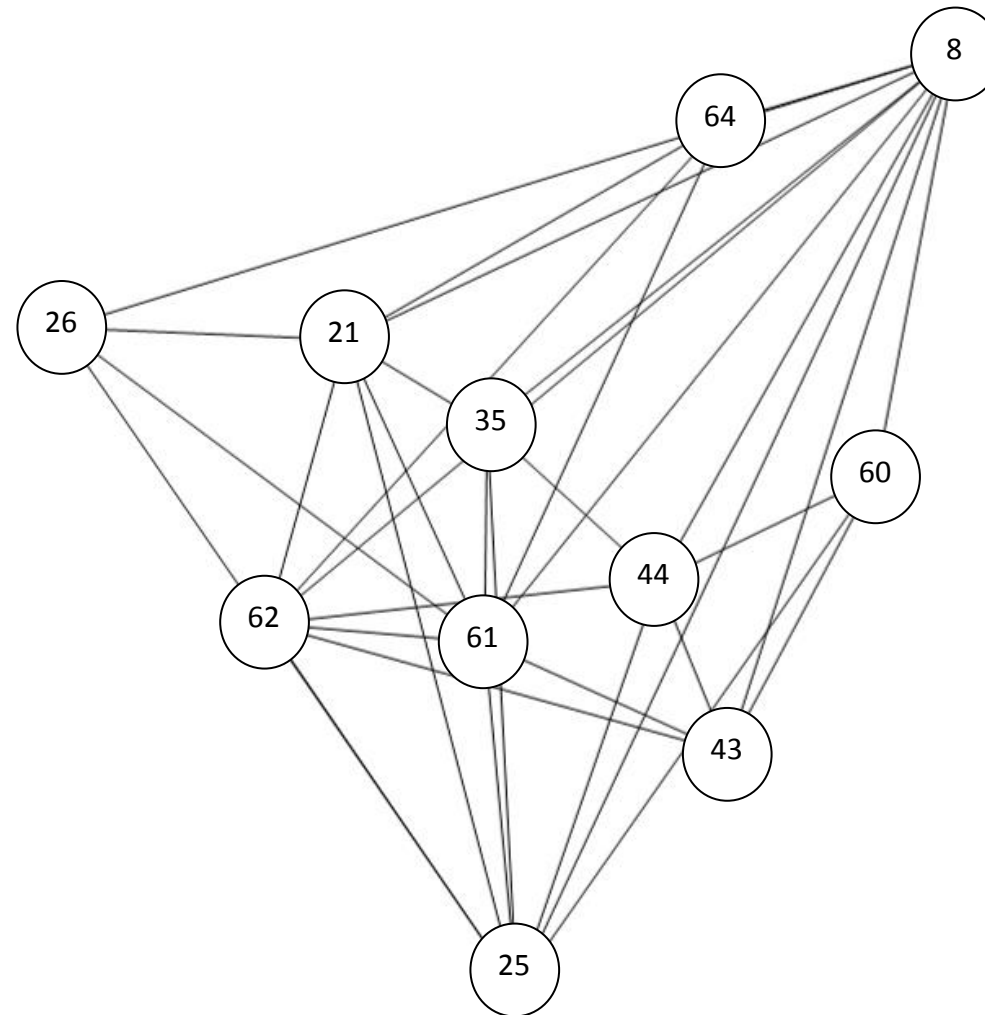
O modelo conceitual foi elaborado com um software para geração de gráficos hierárquicos e redes complexas indicado na metodologia. O *software* foi alimentado com todas as variáveis levantadas e com as conexões identificadas na matriz de adjacência. O modelo conceitual foi gerado com o algoritmo "Atlas", que aproxima as variáveis com

conexões entre si e centraliza as variáveis com mais conexões em relação a todas as demais.

O processo de renderização do modelo passou por três etapas. Primeiro, um esboço foi gerado, como pode ser visto na próxima ilustração. Os números do pré-modelo correspondem às variáveis apresentadas na tabela geral com a etiqueta N de cada variável.

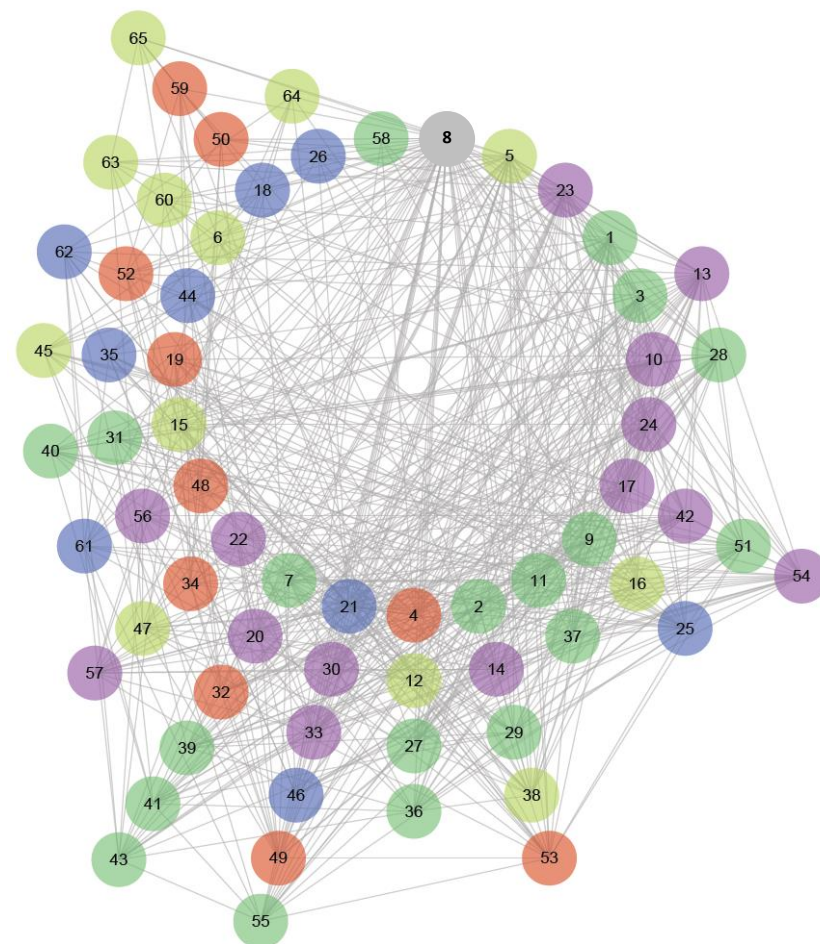
Na segunda etapa o *software* calculou a modularidade das variáveis, ou seja, através dos graus de conectância e proximidade, foram identificados 5 grupos de variáveis que estão majoritariamente conectadas entre si dentro do modelo. A próxima figura apresenta os cinco conjuntos de variáveis por número de nós e classe de modularidade. As figuras posteriores apresentam as variáveis conectadas em cada módulo.

O modelo conceitual completo, por sua vez, foi gerado pelo *software* e apresentou os grupos modulares conectados. Ele representa uma imagem holística das interações entre as variáveis. A partir da imagem é possível identificar os módulos compostos por variáveis mais conectadas entre si em relação ao resto do conjunto. O modelo possibilita uma visão holística e transdisciplinar do problema da sustentabilidade do Rio Pinheiros.

Foi usado o algoritmo ATLAS para geração do modelo. A geometria do sistema modelado e modularizado apontoa grupos de problemas que são passíveis de intervenção.

Esboço do modelo conceitual
Fonte: Elaborado para esse trabalho

Cálculo da modularidade do modelo conceitual
Legenda: O eixo "Size (number of nodes)" ou "Tamanho (número de nós)" representa a quantidade de variáveis em cada módulo do sistema. O eixo "Modularity Class" ou "Classe de Modularidade" é um indicador da complexidade do módulo identificado

Grupo de variáveis do módulo 0 / variáveis ligadas à saúde
Os números representam as variáveis em interação apresentadas na tabela geral do tópico elaboração da matriz de adjacência

Grupo de variáveis do módulo 1 / variáveis ligadas aos resíduos sólidos.
Os números representam as variáveis em interação apresentadas na tabela geral do tópico elaboração da matriz de adjacência

Grupo de variáveis do módulo 2 / variáveis ligadas a carga poluidora orgânica.
Os números representam as variáveis em interação apresentadas na tabela geral do tópico elaboração da matriz de adjacência

Grupo de variáveis do módulo 3 / variáveis ligadas às toxinas perigosas
Os números representam as variáveis em interação apresentadas na tabela geral do tópico elaboração da matriz de adjacência

Grupo de variáveis do módulo 4 / variáveis ligadas aos aspectos comunitários
Os números representam as variáveis em interação apresentadas na tabela geral do tópico elaboração da matriz de adjacência A próxima figura representa o mapa conceitual final - sem a variável 8 - pelo fato dela estar conectada com praticamente todas as outras variáveis.

Impacto das autopistas da marginal no rio
Ciclovia aproximando a população do rio
Capivaras
Flora na margem
Trânsito agravando a percepção negativa do rio
Carrapatos
Ciclovia integrada aos modais de transporte
Impacto do Rio no sistema de transportes
Campanhas para reciclagem de pneus
Qualidade técnica das licitações
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio
Mosquitos Aedes Egypt
Obstáculo ao acesso ao rio
Formação de especialistas
Ratos
Garrafas PET e embalagens
Participação qualificada e popular em audiências públicas
Dragas para desassoriamento
Ação desarticulada dos agentes políticos
Paisagem deteriorada
Percepção de apropriação do Rio pela população
Lixo na rua
Redes de retenção de material flutuante (eco-barreiras)
Cultura dos descartáveis
Lixo doméstico descartado na rede
Alto custo do equipamento para macrodrenagem
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)
Varreção de ruas
Gás sulfídrico
Material de assoriamento
Denúncias sobre ações poluidoras
Alergias
Baratas
Jacarés
Barreiras legais para instalação de rede de esgoto em áreas invadidas
Bactérias anaeróbias
Doenças de veiculação hídrica
Preço do uso água
Rede de drenagem levando poluição difusa
Hormonios de anticoncepcionais
Rede de esgotos não conectada a ETEs
Esgoto sanitário lançado no rio
Mosquitos Cullex se reproduzindo pelo fato de haver água parada
Fezes de animais
Resíduos da frota automotiva
Desbalanço hídrico da capital (déficit)
Borrifadores de inseticida
Decomposição na zona bentônica e represas
Poder de multar os agentes poluidores
Poluentes sulfactantes
Indice de Oxigênio
Pecepção da coloração da água
Compostos aromáticos
Proibição legal do bombeamento de água do Rio Pinheiros para a Billings
Metais pesados
Indice de Nitrogênio
Produtos orgânicos persistentes
Presença de Coliformes
Toxinas carcinogênicas
Sabão empó
Sobras de inseticidas
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros
Algas
Indice de fósforo

Primeiro Modelo Conceitual
Os números (N) representam as variáveis em interação apresentadas na “Tabela Geral” da página (174). Este primeiro modelo corresponde ao gerado a partir dos cinco módulos calculados anteriormente. Ele contém a variável 8 (Visão sistêmica do problema, que se conecta com mais de 90% das variáveis).

Distribuição circular por conexões
Distribuição circular por número de conexões crescentes
Partindo da variável 8, decrescendo em sentido horário. As cores representam as classes da segunda modularização feita e representada no gráfico da folha anterior.

Causas e efeitos no processo de identificação dos *stakeholders*

Uma primeira consideração a ser feita reside no fato de se ter encontrado na literatura uma lista prévia de *stakeholders* que necessitou de poucas alterações, ou seja, a lista inicial com a qual se foi a campo para um pré-teste do instrumento de coleta sofreu poucas modificações devido à qualidade das referências consultadas.

Realizar o pré-teste foi fundamental para ajustar informações que se mostraram essenciais ao longo das entrevistas subsequentes. Para o pré-teste, a escolha de um especialista com mais de vinte anos trabalhando na questão da água em São Paulo também se mostrou relevante.

Da lista inicial de *stakeholders*, montada através de consultas à literatura, apenas dois *stakeholders* foram substituídos por sugestão do especialista consultado durante o pré-teste. Assim, foram retirados da lista inicial os *stakeholders* USP e BID e entraram a EMAE e a CPTM. As razões de se acatar as sugestões foram claras. A USP já estava representada pelo *stakeholder* IPT, com pesquisas intensivas no problema da sustentabilidade do rio, e o BID, por ter relativamente pouco envolvimento com o problema do Rio Pinheiros. Ademais, não se teve informação sobre atuações do BID na questão do Rio Pinheiros durante os últimos anos.

A substituição que elencou a EMAE foi de grande importância. Primeiramente porque a EMAE se mostrou um *stakeholder* dos mais importantes ao longo da pesquisa. A CPTM, por sua vez, mostrou-se importante pelo fato de estar administrando a ciclovia e pelo fato de ter a população transportada nos trens sendo constantemente impactada pela poluição do rio (gás sulfídrico).

Foi fundamental ir a campo para um pré-teste com a lista prévia de *stakeholders* e com o instrumento de coleta montado. Tal procedimento melhorou sobremaneira a coleta dos dados nas demais entrevistas. Vale notar que os dados coletados no pré-teste foram incorporados com sucesso nos resultados do trabalho.

Praticamente, todos os *stakeholders* foram citados por todos os especialistas. Na maioria das entrevistas a lista de *stakeholders* apresentou plena pertinência na escolha de cada um deles.

Causas e efeitos no processo de eleição dos especialistas

A eleição dos especialistas partiu de um contato prévio com o especialista que respondeu o pré-teste e a partir de indicações dadas por este informante foi-se montando a o conjunto de 15 especialistas que participaram do estudo. A cada entrevista surgiram novos nomes, para os quais se tentava contato e

agendamento. Nem todos os contatos puderam participar da pesquisa. Entretanto, os especialistas consultados, em sua totalidade, se mostraram profundos conhecedores do problema da sustentabilidade do Rio Pinheiros.

A lista de quinze especialistas contou com pessoas de formações muito diferentes, e além de suas formações serem diferentes, as profissões desses especialistas se distinguiram sobremaneira. De funcionários públicos de empresas de energia, passando por professores, políticos, consultores, jornalistas etc., todos, sem exceção, contribuíram com algo novo, com uma variável ou perspectiva nova sobre o problema.

A montagem de um banco de especialistas também se mostrou interessante. Embora a metodologia prescreva a consulta a doze especialistas, um banco com mais de vinte especialistas foi montado. Desses mais de vinte, quinze participaram efetivamente do estudo. Isso ocorreu porque nem todos os especialistas indicados tiveram disponibilidade ou interesse em participar. Não obstante, muitos se mostraram ávidos em participar da pesquisa, e os quinze especialistas que compuseram o quadro de informantes, doze inicialmente, com três substituições na segunda rodada de entrevistas – se mostraram interessados em ter acesso aos resultados obtidos. Nesse sentido, foi acordada a realização de uma rodada de

palestras para apresentar a cada um deles os resultados da pesquisa.

Outro aspecto interessante para gerar comprometimento dos entrevistados foi o de apresentar claramente no primeiro contato o tema da pesquisa, os objetivos da pesquisa e a sua justificativa, além de estimar para cada especialista o tempo total que ele iria gastar trabalhando nela. O número de contatos que provavelmente seriam feitos pelo profissional nessa tarefa também era indicado. Deixados livres para decidirem se gostariam de participar da pesquisa sabendo do empenho de horas que seriam necessárias, as adesões acabaram se concentrando em um grupo de especialistas que realmente tiveram interesse em colaborar. Com essa posição de clareza e transparência, conseguiu-se uma colaboração duradoura dos especialistas na condução do estudo.

Causas e efeitos no processo de identificação das variáveis

Seria impensável tratar de um problema complexo sem conhecer o panorama do caso estudado. Nesse sentido, constata-se que além da bibliografia teórica sobre modelagem conceitual e complexidade, que sedimentaram as bases teóricas desse trabalho, uma caracterização prévia do caso

sobre o qual se aplicaria a teoria (Rio Pinheiros) foi muito importante.

Praticamente em todas as entrevistas os especialistas ao serem encorajados a falarem livremente sobre o rio, começaram contando histórias do Rio Pinheiros, para depois de uma ou duas horas, passar-se efetivamente a prospectar as suas variáveis de sustentabilidade. Uma conversa sobre a história do Rio, onde profissional e especialista trocaram informações livremente, "abriu a porta" para um diálogo mais aprofundado sobre o problema.

Na fase aberta das entrevistas, ao se tratar da história do rio, foram contados fatos pitorescos, "crônicas do rio" vividas por antepassados do entrevistado, "causos", curiosidades. Isso aproximou o profissional da pessoa entrevistada. Ter feito um estudo, ainda que breve, caracterizando o Rio Pinheiros forneceu elementos históricos, geográficos, sociológicos e políticos para essa conversa inicial entre profissional e entrevistado. Tal aspecto gerou empatia e confiança, desinibiu-os frente ao gravador, dado que se poderia conversar livremente sobre um assunto de comum interesse entre ambos.

Essa empatia, na segunda fase da entrevista, facilitou sobremaneira o processo de identificação de variáveis, especialmente considerando-se que o trabalho de identificação das variáveis envolveu matrizes e quadros que nem sempre motivam as pessoas a falar. Essa empatia dada pela história

informal do rio abriu ainda espaço para se tratar sobre delicados problemas políticos que envolvem a dinâmica de poluição do rio e suas responsabilidades. O anonimato dos especialistas foi outra garantia dada para incentivar o livre depoimento de cada um deles.

Na fase fechada da primeira rodada de entrevistas, na qual a matriz criada para o instrumento de coleta (com os *stakeholders* e as classes de sistemas articulados entre si) foi aplicada, pode-se verificar eficácia plena para prospecção das variáveis. Todos os especialistas entenderam o conceito das classes hierárquicas de sistemas, inclusive porque a adaptação e simplificação do quadro proposto por Bertalanffy foi pensada justamente para o contexto desse trabalho. As perguntas objetivas geradas pela matriz puderam ser respondidas ou não respondidas (caso o especialista desconhecesse tal tópico em específico) e garantiram a esperada coleta dos dados.

Os dados brutos foram tratados dando origem a 65 variáveis operacionais, objetivas e de relevância para a sustentabilidade do Rio Pinheiros. Ou seja, nesta etapa procurou-se reunir sob um mesmo "rótulo" diferentes indicações de mesmo significado ou conteúdo.

Causas e efeitos no processo de identificação da importância das variáveis.

A segunda rodada de entrevistas – pontuação da importância das variáveis – foi realizada como previsto na metodologia. Houve necessidade de ler-se a descrição de algumas variáveis

apresentadas, especialmente quando a variável em questão havia sido sugerida por um especialista de outra área que não aquela conhecida pelo especialista consultado. E ao contrário do senso comum, um especialista de outra área do conhecimento ao falar daquela variável tem mais capacidade de gerar dados surpreendentes que o usual. Ele trás, muitas vezes, uma visão não imaginada sobre ela.

Sobre a pontuação em si, a atribuição de importância das variáveis ocorreu conforme o previsto. Os e*scores* foram calculados e as variáveis foram hierarquizadas. A normalização em uma escala de cem pontos foi feita para auxílio na classificação e a tabela foi montada.

Causas e efeitos no processo de elaboração da matriz de adjacência

A matriz de adjacência foi elaborada com a identificação de conexões entre as variáveis par a par, até se esgotarem as possibilidades de combinação entre as 65 variáveis. As variáveis mais conectadas foram obtidas através do processo de uma filtragem da planilha de dados na qual todas as variáveis apresentaram suas conexões com as demais.

Há duas considerações importantes sobre esse processo. A primeira é sobre uma limitação metodológica, a segunda é

sobre uma limitação epistemológica do campo do conhecimento.

Sobre o método de atribuição das conexões entre as variáveis é importante notar que diferiu das etapas anteriores pelo fato das conexões serem identificadas não pelos especialistas, mas pelo próprio profissional. Esse procedimento esteve prescrito na metodologia desde o início da pesquisa, não porque seria difícil para cada um dos doze especialistas convidados passar uma semana estudando todas as combinações possíveis entre as variáveis a fim de se identificar se há relação entre elas ou não. Mas por que um modelo conceitual organizado por uma pessoa a partir do conhecimento de 12 tende a estar mais coeso e coerente. Não há modelo "certo". Existem modelos mais adequados a certos fins e modelos menos adequados. Nesse sentido um modelo foi finalizado por um ecologista tendo por base o conhecimento de 12 especialistas e o seu próprio conhecimento ecológico do Rio Pinheiros.

Dessa forma, a matriz de adjacência com a identificação das conexões entre as variáveis foi elaborada pelo próprio profissional, conforme Bendoricchio e Jørgensen (2001) recomendam claramente. A matriz de adjacência pôde ser elaborada por um só profissional no processo de modelagem conceitual, visto que não há restrições na literatura que obstruam a solução operacional adotada nesse trabalho.

Sobre a questão epistemológica pode-se dizer o seguinte: A atribuição de conexões entre as variáveis sociais e simbólicas

com as demais variáveis é de difícil categorização e de alta subjetividade. Uma dificuldade que esse estudo identificou foi exatamente a formulação de um critério de distância (significativa) entre algumas variáveis sociais e simbólicas das variáveis mais objetivas e concretas. Como estabelecer uma conexão ou não, se a ligação é tênue?

A possibilidade da construção de SHNA – Sistemas Humanos e Naturais Acoplados; com vários níveis hierárquicos e categorias lógicas diferentes operando simultaneamente, tem nesse problema epistemológico o maior desafio do seu campo de conhecimento.

Uma saída interessante para esse impasse seria ter recurso para aplicar a matriz de adjacência nos doze especialistas e calcular o desvio padrão das respostas dessas conexões mais sutis. Isso traria ao estudo um índice novo, um índice de desvio entre modelos cognitivos, ou desvio de subjetividades. Haveria consenso entre os especialistas sobre a natureza das conexões entre as variáveis? Dado o desvio padrão dessas discrepâncias, seria possível, pela maioria, atribuir ou não, a conexão subjetiva. A maioria de votos no haver conexão direta ou não também seria um critério interessante para construção da matriz de adjacência.

O fato de ter-se escolhido elaborar um modelo conceitual baseado em um *software* de modelagem de redes complexas e hierárquicas para esse estudo se deu justamente por esse desafio. A modelagem de fluxo de energia e quantitativa seria

impossível nesse contexto. No entanto, uma modelagem de variáveis do tipo verbal-figurativo, mesmo sendo elas de diferentes classes de complexidade, torna-se possível, pois se trata de modelar conceitos e não modelar dados puramente objetivos.

Se por um lado essa opção leva a uma perda em objetividade e impossibilita o cálculo de fluxos energéticos ou de bits de informação no sistema, tão realizados em modelagens convencionais, o método composto para esse trabalho, que se vale de uma estrutura em rede, abre um campo para aplicação de modelos conceituais (verbais-figurativos) em sistemas socioecológicos. Isso tem implicações concretas para a gestão ambiental, na medida em que essas modelagens podem orientar políticas de intervenção nesses sistemas que partem do modelo conceitual construído.

O teste da hipótese

A hipótese propunha que haveria uma sobreposição da maioria das variáveis considerando-se o conjunto das variáveis mais importantes e o conjunto das variáveis mais conectadas (em 25%). Para tanto, os subconjuntos segregados pelos quartis de maior importância para as duas pontuações seriam calculados para o teste. Na intersecção dos dois subconjuntos 25,92% das variáveis foram comuns, e de fato, a hipótese foi

confirmada. Houve uma estimação correta do valor de teste (25% - maioria) das variáveis sobrepostas. A sobreposição de 25,95% (sete variáveis em um conjunto de vinte) se mostrou plenamente suficiente para elaborar um plano de ação que vise à gestão ambiental de um sistema socioecológico. O conjunto de sete variáveis, conforme se discutirá adiante se mostrou consistente para formulação de uma agenda de ação.

Análise das variáveis mais importantes e mais conectadas

Partindo-se do conjunto de variáveis mais importantes e mais conectadas, esse tópico retoma e discute a aplicação empírica dessas variáveis de forma ensaística. Trata-se de reflexões livres do profissional acerca do problema concreto da poluição do Rio Pinheiros e de como o modelo conceitual poderia ajudar na tarefa de se fazer a gestão ambiental do rio.

O objetivo dessa discussão é mostrar a relevância qualitativa do conjunto de variáveis selecionadas para o teste da hipótese. As variáveis: (1) Esgoto sanitário lançado no rio, (2) Rede de esgotos não conectada a ETEs, (3) Apropriação do rio pela população, (4) Promover a visão sistêmica acerca do problema, (5) Desbalanço hídrico da capital (déficit), (6) Poluentes surfactantes, e, (7) Rede de drenagem levando poluição difusa.

(1) A variável mais importante e com alto número de conexões foi o “Esgoto sanitário lançado no rio”. O método identificou esta variável com importância máxima ao passo que se sabe que o esgoto sanitário corresponde, de fato, ao maior volume de carga poluidora que o rio recebe.

Ao longo das entrevistas os especialistas notaram que esforços vêm sendo empregados no sentido de diminuir a carga de esgotos que é lançada no rio. Todos eles concordaram com o fato de que é preciso ampliar a rede de coleta de esgotos e tratar os efluentes.

Sabe-se que diversas cidades conseguiram melhorar o aspecto dos rios urbanos com o tratamento de esgoto em ETEs, sempre em programas que levaram décadas e cujos orçamentos foram de grande monta. Esse caminho vem sendo tentado no caso do Rio Pinheiros, entretanto, com resultados aquém daqueles esperados pela população. Décadas de trabalho já foram empreendidas e um volume colossal de recursos foi aplicado. No entanto, o rio está longe de sair da triste marca da “classe IV”, ou seja, um “rio morto”.

Considerando-se o problema do lançamento do esgoto a partir de aspectos sistêmicos identificados ao longo da pesquisa, vale notar que: a) A tecnologia de tratamento em ETEs não limpa completamente a água, devolvendo-a imprópria para o consumo e para a vida dos peixes; b) a população cresce e ocupa áreas mais rápido que o Estado parece ser capaz de implantar saneamento básico; c) a solução das grandes ETEs

está dentro de um paradigma conceitual do pós-guerra (planificação) quando vivemos na pós-modernidade (sociedade em rede); d) A dissipação entrópica do esgoto na água exige muita energia e informação para que se limpe a água “molécula a molécula”, ou seja, limpar a água é um desafio termodinâmico; e) a água é um bem precioso demais para ser poluída, tanto é assim que nos estudos de ecologia não se verifica os animais terrestres tendo a cultura sanitária do ser humano “moderno”; f) ao lançar dejetos na água perde-se a oportunidade de “compostar” as fezes humanas e produzir fertilizantes e energia. Todos esses questionamentos de perspectiva sistêmica levaram a uma pergunta:

Porque não se pensar em uma solução de banheiro seco, que é simples, barata, de baixa tecnologia e aplicada com sucesso em ecovilas, para a cidade de São Paulo?

Várias são as dificuldades enfrentadas para essa proposição. A resistência a esse tipo de mudança é primeiramente cultural. Existe ainda o problema da logística para fazer-se a compostagem de todos os excrementos humanos coletados, e o fato de que boa parte da arquitetura ocidental “não reconhece” esse tipo de solução.

Não cabe aqui discutir os pormenores da adoção de uma solução de banheiro seco para as grandes metrópoles, mas é sim tarefa deste tipo de pesquisa perguntar por que não se pensa sobre o assunto, recorrendo sempre ao discurso antigo de saneamento nos moldes do pós-guerra. A visão sistêmica

aponta que uma solução de banheiro seco dependeria da articulação de variáveis diversas, de cunho cultural, legal e econômico. Entretanto, os benefícios de uma solução nesses moldes seriam imensos. Não se poluiria mais a água do Rio com esgoto doméstico, se poderia usar os dejetos para geração de energia ou fertilizantes, diminuindo a carga de produtos químicos na agricultura. A logística poderia ainda ser pensada com estações em microescala, e as barreiras culturais vencidas por campanhas educativas e recursos legais de incentivo à inovação na tecnologia de saneamento doméstico.

Acima de tudo, ao se pensar no problema do lançamento de esgoto na água, o conhecimento adquirido ao longo dessa pesquisa aponta a necessidade urgente de se pesquisar soluções holísticas que não limpem o rio, mas que impeçam, de um ponto de vista do metabolismo social, o seu processo poluidor.

(2) A segunda variável "Rede de esgotos não conectadas às ETEs" é um reflexo da falta de capacidade do Estado de garantir o tratamento do esgoto gerado em uma cidade de milhões de habitantes. Limitações das mais diversas contribuem para esse quadro. A falta de verbas, a falta de soluções técnicas apropriadas, o fato de haver ocupações clandestinas que, mesmo havendo recursos e tecnologia, não são passíveis de serem conectadas à rede de esgotos convencional por problemas legais... Isso sem falar no aspecto de adensamento da população que exige investimentos em ritmo crescente.

De fato, o problema da inexistência de parte da “rede de coleta”, é uma exigência inerente a soluções típicas da ideologia do pós-guerra (modernistas - soluções planificadas, de porte faraônico), ou seja, soluções em grande escala. Caso houvesse soluções regionais para a coleta do esgoto, com tecnologias de purificação, liofilização, tratamento, compostagem local etc., ou seja, soluções em microescala, não haveria a necessidade de tantos milhares de quilômetros de rede. Há ampla falta de estudos de custo comparando a filosofia sanitarista em microescala com a praticada, em macro-escala.

(3) Para que as duas variáveis descritas acima tivessem o tipo de solução que se ensaia nesse tópico do trabalho, seria preciso que o Rio passasse a ser percebido como algo próprio e legítimo da paisagem, algo a ser respeitado e do qual se aproximar, e não a ser isolado e ignorado pelas pessoas. O rio é visto como um depósito de lixo pela população. Justamente a terceira variável da lista “Apropriação do rio pela população” aponta uma falta de apropriação do rio por parte das pessoas, como sintoma de uma sociedade doente, cuja cegueira é tamanha que não consegue perceber o contra-senso que é um rio de esgoto cortando a cidade mais rica do país. Desse ponto de vista, São Paulo se apresenta como um grande aglomerado de prédios modernos em meio ao esgoto a céu aberto.

O aspecto paisagístico deplorável mostra muito do que se passa nos valores do cidadão cujas preocupações se limitam à vida privada. São relegados os problemas públicos e as

benesses que a apropriação pública de um rio limpo poderia trazer à população. O custo da poluição do rio é incomensurável (perdas com turismo, comércio na orla, transporte, geração de energia em Henri Bordem, saúde pública...). A perda da qualidade de vida que o problema ambiental do Rio Pinheiros trás é impensável e tão pouco faz parte da preocupação da maioria da população. Mudar a percepção de apropriação do rio por parte da população seria um fator catalizador para proposição de soluções inovadoras de fato para o problema do Rio Pinheiros em São Paulo.

(4) "Promover a visão sistêmica acerca do problema", quarta variável elencada, contém os elementos cognitivos, educacionais e informativos aos quais a população deveria ter acesso para atingir o tipo de percepção que a variável anteriormente descrita suscita. Seria mostrando as conexões lógicas do sistema que polui o rio que o cidadão poderia identificar (i) O contra-senso ambiental que é o problema do Rio Pinheiros na capital de São Paulo; (ii) Os reais impactos dessa poluição na sua vida; (iii) O que de fato ele poderia ganhar com o rio limpo. Assim, promover a visão sistêmica como elemento fundamental para educação ambiental e gestão ambiental, preenche de dados e relações concretas as variáveis que deveriam ser trabalhadas no ideário da população.

A visão sistêmica revelaria ainda os problemas que transcendem os limites geográficos do rio.

O fato de São Paulo importar água de outros municípios é a quinta variável apontada na lista: (5) Desbalanço hídrico da capital (déficit). Por importar água limpa e gerar esgoto com essa água, a carga de esgotos lançados no rio se torna incompatível com a quantidade de chuva que cai na cidade e que poderia diluir o esgoto que usualmente seria produzido por ela. Ou seja, por importar água, São Paulo proporcionalmente gera mais esgoto do que a quantidade de água que possui no seu regime hidrológico. Esse desbalanço hídrico deveria ser de conhecimento da população, assim como os riscos políticos dessa apropriação de águas de outros municípios. Havendo abundância de água o problema fica encoberto e pouca importância à economia de água é atribuída pela população. Não obstante, com o comprometimento dos estoques de água que as cidades vizinhas passarão no futuro – visto que estão em processos urbanos semelhantes ao de São Paulo – o problema ganha importância em escala de tempo ampliada. As Nações Unidas há anos vêm alertando que conflitos regionais por água serão comuns em um futuro não muito distante.

Economizar água e incentivar cidades vizinhas a não adotarem o modelo de crescimento de São Paulo aparece como tarefa importante.

(6) Sobre os "Poluentes surfactantes" (sabão em pó etc.) pode-se dizer que pouco se sabe sobre o investimento de empresas multinacionais em desenvolver tensoativos e desengraxantes biodegradáveis, ou ainda, sabões baseados em química

orgânica e compostos enzimáticos para esse fim. Há uma cadeia química que comercializa os mais diversos produtos químicos danosos à vida sem qualquer restrição de controle ambiental. Tão pouco existe exigências de longo prazo para substituição de produtos químicos que acabam destruindo os ecossistemas aquáticos. A população compra e usa tais produtos sem qualquer tipo de informação sobre o poder poluidor dos princípios ativos e acerca das consequências que suas escolhas (ou a falta delas) podem gerar. A visão sistêmica do impacto dos compostos surfactantes poderia ser de conhecimento público e forçar investimentos em pesquisas que criassem novas composições químicas para substituição das atuais, menos agressivas.

Infelizmente a lógica hegemônica do mercado é orientada para maximização do lucro, que não leva em conta os custos ambientais. Assim, a biodiversidade do Rio Pinheiros, em parte pelo lançamento de compostos surfactantes, foi exterminada. Sobraram bactérias anaeróbias, ratos e baratas – adaptados às condições deste rio. As perdas monetárias ligadas à poluição são incomensuráveis e de longo prazo.

(7) A "Rede de drenagem levando poluição difusa", por sua vez, carrega com a chuva, o lixo descartado nas ruas da cidade, lixo este que é composto basicamente de embalagens, produtos plásticos e resíduos da frota automotiva.

Da mesma forma que os poluentes surfactantes, a indústria de embalagens/bens de consumo não é submetida a nenhum tipo

de responsabilidade a respeito dos descartes secundários que gera. Pelo contrário, há uma aparente aceitação e incentivo à cultura dos descartáveis.

Para diminuir a quantidade de poluição difusa que acaba no rio, o modelo mostra que seria necessária uma atuação diversificada: aumentar a biodegradabilidade das embalagens, educar a população a não jogar lixo no chão, responsabilizar as empresas a dar opção de coleta e reciclagem de seus resíduos pós-consumo, melhorar o serviço de varrição de ruas, instalar mais lixeiras na cidade, garantir o esvaziamento dessas lixeiras periodicamente, para citar apenas algumas iniciativas necessárias. Seria ainda preciso considerar soluções de reciclagem para esses resíduos. Ou ainda a sua não fabricação.

A frota automotiva é um capítulo à parte. Resíduos químicos perigosos, como compostos aromáticos, metais pesados, óleos, graxas e poeira de pneus são elementos poluentes importantes na equação do problema do Rio Pinheiros. Muitos desses elementos são carcinogênicos, alguns são oriundos dos próprios carros e têm nas limitações da tecnologia de transporte a responsabilidade pela contaminação do Rio. Outros, como fenóis e toluenos resultantes da lavagem de tanques nos postos de gasolina são de responsabilidade de pessoas jurídicas, muitas vezes ligadas a grandes conglomerados do setor de energia. Não há sequer pressão da sociedade para se equacionar o problema.

Por fim, os pneus velhos que acabam nas margens do Rio contribuem para a proliferação de mosquitos vetores de doenças e os que acabam no fundo, contribuem para o assoreamento, e, portanto, contribuem com o risco de enchentes caso as máquinas de drenagem para controle do fluxo do rio falhem ou sejam insuficientes em seu trabalho (conforme já aconteceu). A poeira de pneus da frota automotiva de São Paulo, por sua vez, contribui para o comprometimento da coloração da água.

Pode-se constatar que além de sendo confirmada a hipótese, as variáveis que se sobrepuseram nos altos graus de importância e conectividade são variáveis que dão conta dos principais fatores de impacto na sustentabilidade do rio. Constatou-se na seleção de variáveis feita pelo método uma apreensão holística do problema.

Longe de esgotar a análise dessas variáveis e das possibilidades de atuação sobre elas, nesse tópico, quis-se mostrar que o método é capaz de hierarquizar os pontos onde as políticas de gestão do problema podem intervir e mais do que isso, mostrar que o modelo conceitual é uma ferramenta, na forma de um mapa, que mostra como essas variáveis estão se relacionando com as demais.

O modelo conceitual

Sobre a construção do modelo conceitual há os seguintes pontos a serem discutidos: (1) a diversidade das variáveis e o tipo de modelo conceitual construído, (2) aspectos referentes aos modelos de dados, aos modelos cognitivos e aos modelos conceituais vistos na revisão bibliográfica desse estudo, (3) a escolha do software para auxiliar na construção do modelo, (4) o cálculo da modularidade do modelo, (5) os graus de importância e relevância como subsídios para gestão ambiental, (6) o modelo conceitual como um mapa holístico.

(1) Nos modelos em que as variáveis pertencem a apenas uma categoria lógica, ou ainda, de apenas uma classe hierárquica de sistema, é mais simples identificar as relações entre as variáveis, os sentidos de causa ou efeito, se essas relações são fortes ou fracas e, em alguns casos, o que elas significam matematicamente. Tais modelos são susceptíveis a cálculos de estado. De fato, pode-se, através da inferência quantitativa das interações entre os componentes do sistema, estimar quais os estados que as variáveis do sistema assumirão ao interagirem entre si. Entretanto, atingir esse grau de detalhamento é uma tarefa que o atual estado da ciência ainda é incapaz de resolver se o sistema for muito complexo. Isso porque o problema cresce exponencialmente com a quantidade de variáveis em interação. Algumas tentativas de se criar modelos de cálculo semiqualitativas (com grandezas discretas para as variáveis – por exemplo: alto, média ou baixa) para um número pequeno de variáveis já tem esbarrado em limites da capacidade de cálculo dos computadores atuais.

Considerando-se essa limitação e a necessidade premente de se construir um modelo que fosse holístico, hierárquico e transdisciplinar, partiu-se do pressuposto que o modelo não deveria ser quantitativo, mas seria um modelo conceitual. Para construir esse modelo conceitual, seria necessário contar principalmente com seres humanos, dotados da capacidade de pensar de forma holística os problemas complexos inerentes à pesquisa. Pessoas que conhecessem o problema do rio Pinheiros a pelo menos mais de 20 anos.

(2) Na tarefa de modelar um sistema de mais de cinquenta variáveis cuja complexidade já fora descrita, optou-se por consultar especialistas, dado que, com suas estruturas cognitivas, trabalhando há dezenas de anos sobre o problema, poderiam fornecer os elementos necessários para modelagem conceitual pretendida. A figura do profissional, por sua vez, assumiu a tarefa de coordenar e organizar as informações fornecidas pelos especialistas e identificar as relações entre as variáveis.

Por isso, o modelo conceitual construído é um modelo conceitual alicerçado sobre quinze modelos cognitivos e o modelo cognitivo do profissional, gerando o sistema construído. Tanto assim que a maneira encontrada para se representar graficamente o modelo conceitual do tipo proposto assumiu a forma de uma rede ecológica de ideias, e curiosamente, do ponto de vista gráfico, o modelo se assemelhou mais a modelos neurais do que a modelos de caixas.

(3) O processo de elaboração gráfica do modelo conceitual envolveu uma tomada de risco. Não haviam sido encontradas soluções consagradas na literatura especificamente para esse fim. Poder-se-ia desenhar o modelo à mão, com suas centenas de conexões ou tentar achar um *software* que auxiliasse nessa tarefa. Quando se iniciou a construção do método não se tinha conhecimento do *software* que seria empregado, e considerava-se a possibilidade de se empregar alguns meses desenhando o modelo à mão. A descoberta de um software que modela redes complexas ao longo da elaboração do projeto foi vista com otimismo e com apreensão, pois haveria o risco do programa não corresponder às expectativas e o trabalho não resultar em um modelo satisfatório.

O software não apenas atendeu às expectativas, mas também forneceu ferramentas para outras análises, como o cálculo da modularidade entre as variáveis, a filtragem de dados e a disposição espacial das variáveis calculadas por um algoritmo que confere significado à geometria espacial do modelo. Ou seja, a morfologia do modelo proposto tem significado geométrico e não matemático. Não obstante, o software teve importância menor em relação à contribuição humana no processo de modelagem. O uso do computador foi uma contribuição que tornou possível gerar o modelo em um par de semanas (após quatro meses de coleta em campo). Sem o *software* seriam necessários meses para representar os resultados. Ou seja, o software não resolveu o problema, mas tornou mais rápida a sua solução.

(4) Ao ser informado com os dados, o *software* pôde calcular a posição das variáveis no modelo conceitual aproximando as variáveis com maior afinidade, afinidade essa medida pelo número de conexões entre si. O processo seguinte foi calcular a modularidade do modelo, ou seja, quais são os grupos de variáveis com alto nível de conectância que o compõem. Foram identificados cinco módulos no modelo conceitual. Conforme as ilustrações que antecedem o modelo conceitual, os módulos calculados pelo *software* se agruparam em cinco estruturas: O primeiro relacionado principalmente aos problemas de saúde pública (ratos, carrapatos, *Aedes aegypt e* doenças de veiculação hídrica...). Outro cujas variáveis remetem predominantemente aos resíduos sólidos que deterioram a paisagem do rio (material de assoreamento, poluição difusa, garrafas pet, lixo na rua, lixo doméstico descartado na rede, varrição de ruas e redes de retenção de material flutuante...). O 3.o módulo com dezoito nós, aglutinou as variáveis de poluição da água do rio, ou seja, as principais cargas poluidoras que destroem o ecossistema do rio (esgoto, índice de oxigênio, poluentes surfactantes, fósforo, índice de nitrogênio, desbalanço hídrico da capital, bactérias anaeróbias, gás sulfídrico...) sendo claramente o subsistema que mais compromete a qualidade da água sob uma perspectiva biofísica. O outro módulo com onze variáveis, composto principalmente por variáveis que poluem o rio em pequenas quantidades, mas cujo potencial de dano à vida, em especial aos seres humanos é alto (metais pesados, compostos aromáticos, produtos orgânicos persistentes, hormônios,

desruptores endócrinos, toxinas carcinogênicas e inseticidas...). E o módulo com as variáveis mais relacionadas aos aspectos sociais da sustentabilidade do rio (ciclovia, campanhas de reciclagem, formação de especialistas, participação popular em audiências públicas...).

A identificação dos módulos se mostrou consistente nos seus resultados, dividindo o modelo conceitual em unidades coerentes do ponto de vista significativo das variáveis, ou seja, as aglutinações nos módulos puderam ser caracterizadas em dinâmicas poluidoras distintas. O fato de o computador ter identificado através de um algoritmo matemático módulos de variáveis que notadamente possuem afinidade entre si na dinâmica poluidora é um indicador de que o modelo é fidedigno do ponto de vista sistêmico.

(5) Com base nos módulos identificados, a gestão ambiental para uma agenda de sustentabilidade fica mais fácil de ser proposta. Longe de querer com esse trabalho exaurir as possibilidades de gerir um sistema socioecológico a partir de um modelo conceitual, com base nos módulos de variáveis que se relacionam predominantemente entre si e com base nos índices de conectância e importância das variáveis, é possível identificar em cada módulo quais são as variáveis que devem ser "atacadas". Ou seja, sendo os recursos limitados, torna-se possível melhorar a qualidade dos investimentos na elaboração de políticas de sustentabilidade ao se servir das

informações prospectadas. A atuação poderia ser tratada por módulo ou através de uma visão realmente holística, na qual o gestor ambiental poderia, como um "acupunturista", estimular ou estancar a atividade de diversos pontos no sistema (os mais conectados de cada módulo, por exemplo) e esperar que as alterações nesses pontos mais conectados reverberassem nos pontos adjacentes (no próprio ou demais módulos) gerando uma mudança sistêmica que não seria possível pela lógica reducionista.

As sete variáveis selecionadas no teste da hipótese, pertencem a três módulos diferentes. Seria interessante elaborar uma agenda de atuação partindo dessas sete variáveis e as variáveis a elas conectadas gerando sinergia na ação planejada.

Este tipo de atuação pressupõe que uma mudança no sistema poderia ser obtida interferindo-se em poucos pontos do sistema, mas em pontos que são fundamentais por influenciarem sobremaneira o comportamento dos demais. Assim, poderiam ser obtidas melhorias em indicadores de sustentabilidade com ações mais eficazes. Segundo essa lógica sistêmica, mudanças apareceriam de forma espontânea em pontos sobre os quais não houve intervenção.

(6) Considerando-se que o modelo conceitual se apresentou como um mapa que possibilita uma atuação holística em um sistema complexo, tal como um mapa de "acupuntura ecológico", pode-se dizer que a concepção holística foi resultado de dois elementos fundamentais na metodologia da

pesquisa: A classificação de Sistemas de Bertalanffy e a *Stakeholder Analisys*. A primeira deu à pesquisa uma visão em profundidade, na medida em que mapeou variáveis de hierarquias de complexidade crescente. A segunda conferiu ao estudo um caráter abrangente, ou seja, uma visão de amplo espectro. Ao juntar uma visão profunda com uma visão ampla, conseguiu-se criar um modelo em computador que parece ter sido satisfatório para orientar a gestão de sustentabilidade em sistemas complexos como o que foi aqui estudado.

Aplicações e limitações teóricas do método

A principal aplicação do trabalho realizado é fornecer a toda comunidade científica e aos profissionais ligados à sustentabilidade um modelo conceitual sobre o qual existem dados que podem apoiar a formulação de políticas e agendas a fim de promover a sustentabilidade de qualquer contexto.

Nesse sentido o estudo mostra as variáveis mais importantes e conectadas, o modelo conceitual e os módulos para visualização e interferência no sistema socioecológico em questão. Assim, cada profissional ou executor que trabalhar com alguma das variáveis prospectadas poderá procurar no modelo quais são os fatores intervenientes relativos ao problema sobre o qual precisa se debruçar na questão da sustentabilidade.

A aplicação dos resultados obtidos na gestão ambiental do Rio Pinheiros é um aspecto que deve ser tratado em ações futuras, em conjunto com os *stakeholders* envolvidos. Na perspectiva dessa contribuição, o trabalho de limpar o rio mal começou.

O modelo mostrou cinco módulos de variáveis, um módulo ligado às questões de saúde, um módulo ligado à poluição de maior volume, um módulo de poluentes altamente tóxicos de pequenas quantidades, um módulo de variáveis ligadas a resíduos sólidos e um último módulo de variáveis ligadas às questões sociológicas que afetam o rio. Seria possível aplicar essa modularidade para formar equipes de atuação coordenadas entre si, visando à melhoria de indicadores em variáveis de cada módulo que estivessem mais conectadas com variáveis de outros módulos? Talvez esse teste pudesse mostrar a eficácia da atuação holística, na medida em que atuar em variáveis de módulos diferentes, mas que ainda assim, estivessem conectadas, geraria teoricamente sinergia para transformação do sistema inteiro com o mínimo de recursos.

As políticas de gestão ambiental normalmente se valem de dados científicos, mas fazem a gestão do problema desarticuladamente. Uma aplicação interessante desse tipo de modelo conceitual seria coordenar possíveis atuações para que cada variável considerada contasse com a intervenção simultânea nas variáveis adjacentes. Tal política geraria um efeito sinérgico que poderia potencializar o resultado em

comparação com uma atuação estanque, a partir de agendas separadas.

Outra aplicação de suma importância na construção do modelo conceitual está na possibilidade de usar o modelo para educação ambiental. Ou seja, utilizar o modelo, ou simplificações dele, para que pessoas leigas possam visualizar como os problemas ambientais se relacionam entre si, consigo, e com seus hábitos de vida. Nesse sentido poderiam ser montados cursos, vídeos ou reportagens jornalísticas que levassem conhecimento para a população. Tal seria a contribuição na promoção de uma visão sistêmica dos mais diversos problemas ambientais para população. A importância disso extravasa os limites desse livro.

Metodologicamente, esse estudo pode ser aplicado em qualquer problema ambiental que envolva uma relação complexa entre um ecossistema natural e um ecossistema humano, ou seja, um sistema socioecológico.

A escala regional na qual se aplicou o método é uma das mais complexas do mundo, pois envolve mais de dez milhões de habitantes e um número extenso de variáveis. Modelos conceituais semelhantes poderiam ser construídos para as mais diversas regionalidades, e dar suporte a ecólogos, sociólogos, engenheiros e administradores públicos e privados em qualquer país ou bioma do mundo. O método é uma ferramenta de rápida e de fácil operacionalização, por isso de grande valia para gerar conhecimento de uma realidade

socioecológica a uma equipe de cientistas ou de profissionais ambientais.

O aspecto da escolha do *software* ter recaído sobre um software "livre" democratiza a aplicação do método proposto. Ademais, este *software* está em constante aprimoramento pela comunidade científica que o criou, e novas ferramentas e algoritmos são publicados constantemente.

Ainda a despeito das aplicações do trabalho apresentado, é preciso tratar de suas limitações.

A primeira limitação da aplicação do trabalho é que ele depende de especialistas com vasto conhecimento para gerar dados consistentes. O método exige consulta a pessoas com profundo conhecimento do problema. Depende ainda de um processo intenso de entrevistas e da disposição de aprendizagem na utilização de um *software* de modelagem.

Do ponto de vista teórico, os modelos que podem ser construídos a partir desse trabalho são modelos que não são capazes de fornecer qualquer previsão de estimativa quantitativa na interação entre as variáveis. Trata-se de um modelo conceitual verbal-figurativo dotado de etiquetas semânticas, ou seja, sua solução é completamente aberta e analítica. Não há decisões baseadas em grandezas que não sejam a importância das variáveis e o seu número de conexões. O cálculo da modularidade do modelo organiza as variáveis e indica relações de conexão, mas não de interferência quantitativa entre as variáveis.

Sobre o problema de se conectar variáveis de complexidade abstrata com variáveis de complexidade física, a matriz de adjacência poderia ter sido mais fidedigna caso houvesse uma caracterização de intensidade de força da ligação entre as variáveis. Isso poderia facilitar a identificação e a significação das relações fracas, mas existentes no modelo. Este trabalho optou por apenas identificar se havia ou não relação. Traçar a intensidade de força dessas relações poderia ser interessante, inclusive, para começar a se formalizar, ainda que semi quantitativamente, o estudo de sistemas complexos e hierárquicos.

Outra limitação importante desse estudo é que a construção do modelo conceitual não indica formas de se reorganizar as variáveis no sentido de gerar estados coevolutivos, tão pouco indica caminhos quantitativos para geração de estados de baixa entropia nos sistemas estudados. Mas certamente que colabora nesse sentido ao promover uma visão holística que possibilita uma reorganização do ecossistema mais abrangente.

Novas perspectivas para os resultados

As perspectivas futuras para os resultados estão relacionadas com a utilização dos dados coletados em experimentos empíricos de gestão ambiental para sustentabilidade do Rio

Pinheiros e para aprimoramento dos métodos de modelagem em sistemas socioecológicos.

A utilização dos dados para melhorar a sustentabilidade do Rio Pinheiros poderia ser feita pelos próprios *stakeholders* listados no trabalho, com os quais, em grande parte se manteve contato direto. Todos os *stakeholders* foram enfáticos ao salientar que falta uma visão sistêmica do problema estudado e que a consequência dessa falta impacta diretamente na desarticulação dos agentes políticos que tratam da sustentabilidade do Rio Pinheiros. Portanto, esse trabalho tem como uma primeira perspectiva servir como um ponto de partida para uma rodada de discussões entre os agentes políticos a respeito de uma abordagem de fato sistêmica para a sustentabilidade do problema estudado.

Outra expectativa em relação aos resultados é a de que o trabalho seja usado como referência para criação de modelos conceituais de outros problemas ambientais, ou seja, em outros sistemas socioecológicos. Seria interessante poder comparar os resultados da aplicação do método proposto partindo de sistemas socioecológicos diferentes.

A criação do modelo conceitual deste trabalho possuiu peculiaridades que não necessariamente serão assistidas ao se construírem modelos conceituais em outras regiões. Aqui, a modelagem foi marcada pelo estudo de uma região grande, conforme ilustra a imagem de satélite anteriormente apresentada, e de densidade populacional extremamente alta.

O método foi testado para sustentabilidade em ambiente urbano. Saber como o método se comportaria e quais seriam os resultados gerados em ambiente rural de baixa densidade populacional, em ambiente natural com populações tradicionais ou ainda, em ambientes pequenos e de alta biodiversidade, são apenas algumas conjecturas para futuros estudos baseados no que aqui foi feito.

Há ainda um aspecto interessante para ser comentado, especialmente sobre uma contribuição deste trabalho para a epistemologia no campo da modelagem conceitual. Embora o modelo conceitual gerado não tenha sido um modelo de solução matemática, e sim analítica, e, este fato estar ligado aos problemas de complexidade crescentes ao se tratar de modelos com variáveis hierárquicas, vale notar que existe um ramo novo da modelagem que trabalha com cálculos lógicos (e não numéricos) para modelagem semiqualitativa de sistemas e sobre isso é interessante tecer algumas considerações.

A modelagem semiqualitativa, conceitualmente, trata de aferir entre as variáveis, não precisos dados numéricos, mas escalas simples, avaliando o grau de interação entre as variáveis como sendo, por exemplo, "alto", "médio", "baixo", "muito baixo", "nulo" etc.

Com uma estratificação mais simples, torna-se possível fazer o cálculo lógico dos estados de um sistema com variáveis mais numerosas e complexas em relação àquelas que

tradicionalmente são modeladas matematicamente. Por exemplo: Caso existisse no nosso sistema um índice “alto” de “descarte de pneus” e um índice baixo de “reciclagem de pneus”, o índice de “mosquitos *Aedes*” seria impactado para cima, considerando-se que os pneus acumulam água limpa, fator essencial para a reprodução do inseto; assim também com a variável “casos de dengue” - ambas seriam positivamente impactadas. No entanto se a variável “quantidade de chuva” estivesse em um índice “muito baixo”, o sistema calcularia logicamente essa interação, revendo os estados possíveis do sistema para o número dos “casos de dengue” (alto, médio ou baixo) em São Paulo. A modelagem semiqualitativa articula holisticamente os estados das variáveis do sistema em interações mútuas, atribuindo grandezas discretas para as variáveis. Mais do que isso, mostra os cenários que o sistema pode assumir e os seus estados finais de equilíbrio.

Mesmo em se tratando de variáveis de interação complexa, a modelagem semiqualitativa tem sido uma tentativa recente para se formalizar, ainda que parcialmente, os modelos conceituais de sistemas socioecológicos. Alguns artigos foram publicados nesse sentido[277], embora seja necessário se considerar o fato da modelagem semiqualitativa ainda não ter conseguido incorporar variáveis abstratas (por exemplo, cultura dos descartáveis) em seus modelos.

[277] (CIAOCA *et. al*, 2009; NAKOVA *et. al*, 2009; NOBLE *et. al* 2009; NUTLE *et. al*, 2009; ZITEK *et. al*, 2009)

Os estudos recentes em modelagem semiqualitativa têm sido feitos no intuito de modelar interações biofísicas, mas com avanços importantes que margeiam a modelagem de sistemas sociais (mais abstratos) como se pode observar na literatura contemporânea sobre o assunto. Sobressai-se nesta literatura o artigo de Noble[278], que mostra os impactos da agricultura (pesticidas) na quantidade de ovos de salmão em um rio. A atividade agrícola, nesse caso, um sistema social, é modelada semiqualitativamente com demais variáveis biofísicas. A perspectiva de avanço desse campo da ciência é promissora.

Considerando-se as novas possibilidades que estão sendo abertas pela modelagem semiqualitativa pode-se dizer que um dos desafios mais complexos para se modelar variáveis abstratas em sistemas hierárquicos é conseguir mensurar como uma variável abstrata impacta nas demais variáveis, visto que sua influência muitas vezes é simbólica e sutil, quando comparada com influências biofísicas entre as variáveis. Por exemplo: Como uma campanha educativa de varrição de ruas impactará na quantidade de lixo lixiviado pela chuva? Perguntas como essa são de cunho sistêmico e tocam no desafio de estimar influências tênues entre variáveis, cuja solução é estatística e não determinística. Pode-se inferir uma porcentagem de pessoas impactadas pela campanha e uma porcentagem de sucesso da campanha, mas faltam meios de modelagem para congregar variáveis tão distintas. Ao se estipular grandezas discretas ao tamanho da campanha,

[278] Noble *et. al* (2009)

quantidade de lixo e de chuva, pode-se estimar a quantidade de recurso a ser investido na remediação dos impactos de cada uma dessas variáveis.

Conclusões acerca do método empregado

Inicialmente, esse trabalho assumiu o desafio de construir um modelo conceitual de um sistema socioecológico, caracterizado por possuir uma estrutura complexa. Para essa tarefa, contou-se com duas ferramentas metodológicas, ambas alicerçadas sobre a Teoria dos Sistemas. A *Stakeholder Analisys* e Classificação Hierárquica de Sistemas proposta por Bertalanffy.

A adoção dessas ferramentas teóricas conferiu ao trabalho um caráter multidimensional (análise hierárquica) e transdisciplinar (análise longitudinal) do objeto investigado, sendo que, a *Stakeholder Analisys* se mostrou fundamental para uma investigação ampla do problema estudado – na medida em que trouxe especialistas de diferentes áreas do conhecimento para contribuírem com dados – assim como a Hierarquia de Sistemas de Bertalanffy se mostrou fundamental para prospecção das variáveis em múltiplas dimensões de complexidade. Pode-se dizer que a combinação dessas duas ferramentas teóricas, pertencentes ao campo do

conhecimento da Teoria Geral dos Sistemas foram os pilares sobre os quais se edificou este trabalho.

Nesse sentido, a escolha de um conjunto de especialistas conhecedores do problema estudado atendeu às requisições dos estudos de *Stakeholder Analisys*, assim como a adaptação do quadro de Hierarquia de Sistemas de Bertalanffy foi fundamental para simplificar e tornar operacional um conceito tão sofisticado. A diversidade dos especialistas também se mostrou fundamental para contribuir com a riqueza de dados prospectados. Soma-se a isso o fato do instrumento de coleta ter sido cuidadosamente planejado, e ter sido testado e aprimorado antes da coleta de dados.

A "matéria prima" de um estudo ambiental são as variáveis que emergem das coletas de dados. São elas que comporão a qualidade de qualquer modelo conceitual. O sucesso na prospecção dessas variáveis, no caso desse estudo, está relacionado à qualidade dos especialistas e à qualidade do instrumento de coleta. É lícito afirmar que o trabalho prospectou variáveis operacionais principalmente por atender a esses dois fatores.

Foram obtidas 65 variáveis operacionais sobre a sustentabilidade do Rio Pinheiros. Tais variáveis se distribuíram entre cinco classes de sistemas (estáticos, mecânicos, orgânicos, sociais e simbólicos). A prospecção de variáveis em todas as cinco classes indica que as opções teóricas e metodológicas para esse fim foram acertadas. Vale

notar que um tratamento semântico das variáveis foi necessário, assim como elaborar uma descrição sobre as principais características de cada uma delas, para que as variáveis fossem apresentadas ao longo da pesquisa de forma clara, consistente e não prolixa.

Com base neste aspecto, a pontuação da importância das variáveis por parte dos especialistas tornou-se um procedimento mais preciso, no qual as pontuações foram submetidas a procedimentos de hierarquização. A técnica do cálculo das medianas de *escores* se mostrou extremamente útil para diminuir distorções no uso da escala entre especialistas. É recomendável que esse procedimento seja utilizado sempre que se use uma escala Likert para coletar pontos de importância entre variáveis. A normalização dos escores médios de importância para cada variável também facilitou a hierarquização e o cálculo dos quartis estatísticos dos dados.

A matriz de adjacência foi então construída, elencando as combinações possíveis entre as 65 variáveis. Foram feitas 2145 análises par a par a fim de se identificar se existia conexão direta entre as variáveis comparadas. Para as variáveis de classe estática, mecânica e orgânica, a identificação de conexões foi mais simples. Ao tratar-se das variáveis de classe social e simbólica, a tarefa passou por decisões mais subjetivas. A proposição de se utilizar a matriz de adjacência[279] em

[279] (JØRGENSEN e NIELSEN, 2012)

estudos socioecológicos foi de grande valia para se observar na prática o tipo de dificuldade enfrentada.

A hipótese que versava sobre o fato de haver uma sobreposição nas variáveis no conjunto formado pelos subconjuntos de quartis “mais importantes” e “mais conectados” foi confirmada. 25,92% das variáveis (sete em vinte) se mostraram comuns aos dois subconjuntos. Além disso, o conjunto de variáveis formado pela sobreposição dos subconjuntos se mostrou satisfatório para criação de uma agenda de ações ambientais a fim de colaborar com a sustentabilidade do rio.

A elaboração do modelo conceitual contou com a ajuda de um software para modelagem de redes complexas e hierárquicas. Os dados foram imputados no programa e diversas simulações foram rodadas. A modularidade interna do modelo conceitual foi calculada, apresentando cinco estruturas distintas. As estruturas segregadas pelo software apresentaram coerência significativa, ou seja, as variáveis articuladas nesses módulos de fato possuem uma dinâmica particular em relação ao resto do modelo, mesmo estando conectadas em menor grau com o resto das variáveis. Tal aspecto foi tido como um indício de fidedignidade do modelo, visto que sua solução analítica mostrou tal coerência.

Por fim, o modelo conceitual abriu perspectivas para ser pensado em conjunto com uma nova área da modelagem de sistemas, precisamente os modelos semiqualitativos, que, por

sua vez, fazem parte de um ramo novo da inteligência artificial.

Conclui-se que o método foi eficaz para gerar o modelo conceitual de um sistema socioecológico. Da maneira com a qual o modelo conceitual é construído, atingir estados de maior organização é uma tarefa intuitiva e analítica do profissional frente aos resultados obtidos. Seria interessante pensar-se rotinas que facilitassem a conversão das informações contidas no modelo conceitual em estados coevolutivos entre os sistemas modelados.

Conclusões sobre os resultados obtidos

Os resultados obtidos mostraram que a problemática do Rio Pinheiros em São Paulo é um problema de grande complexidade, cujas variáveis possuem características distintas entre si, não pertencendo a apenas uma classe de sistema. Esse aspecto confirmou a literatura sobre sistemas socioecológicos que já havia antecipado tal problemática.

A atribuição de importância para as variáveis e a atribuição de conectância entre as variáveis mostrou-se importante na tarefa de orientar o uso do modelo conceitual construído. O conjunto de variáveis formado no teste da hipótese apresentou-se como um conjunto satisfatório para organizar o

trabalho de interpretação holística do problema. Da mesma forma, tal conjunto pôde ser visto como um ponto de partida para ações integradas no modelo. Outro aspecto interessante é que as variáveis mais conectadas e mais importantes selecionadas para o teste da hipótese, predominantemente consistem em variáveis ligadas à carga orgânica, toxinas perigosas e resíduos sólidos.

Algumas ideias para sustentabilidade do rio foram ensaiadas com base nas variáveis em questão, a conclusão a que se chegou foi a de que as soluções até agora empregadas para despoluição do rio são soluções reducionistas, pontuais, baseadas em uma filosofia sanitarista do pós-guerra.

Linhas alternativas de se pensar soluções integradas foram traçadas, no intuito não de limpar a água, mas de se evitar sujá-la. Notoriamente, uma solução desse tipo passa por mexer não no rio, mas nas dinâmicas complexas do metabolismo socioecológico da urbe que degradam o rio.

Conclusões finais

O modelo conceitual do problema da sustentabilidade do Rio Pinheiros foi construído com sucesso.

A Hierarquia de Sistemas de Bertalanffy foi usada para prospectar variáveis de complexidade biofísica e social em

conjunto, ou seja, se prospectaram variáveis em diversos níveis hierárquicos.

A composição de um método aplicável em um estudo de caso foi satisfatória, e o estudo de caso forneceu dados consistentes e operacionais.

O desafio de se identificar as relações entre as variáveis empregando-se uma matriz de adjacência foi empreendido, e dificuldades e soluções epistemológicas desse campo do conhecimento foram confirmadas e testadas na prática.

O uso da *Stakeholder Analisys* promoveu a abordagem transdisciplinar esperada e se mostrou como sendo uma ferramenta interessante para mapeamento de amplo espectro de variáveis em sistemas socioecológicos.

O estudo cumpriu ainda com objetivos não previstos, dando contribuições não planejadas para o campo do conhecimento. Com esta experiência Abtrem-se inúmeras possibilidades de aplicação dessa metodologia.

Sobre as contribuições não planejadas para o campo do conhecimento, pode-se citar que o uso da hierarquia de escore em conjunto com escalas Likert mostrou-se importante para o sucesso da pesquisa; as variáveis coletadas no teste da hipótese se mostraram úteis para guiar ações de sustentabilidade no sistema; e, o uso de um *software* de redes complexas para construir um modelo conceitual de solução analítica diminuiu em meses o tempo de trabalho. Finalmente e mais

importante, a conclusão de que o modelo conceitual proposto mostrou-se uma ferramenta viável e útil para gestão ambiental.

Sobre as contribuições não planejadas relativas ao caso estudado, cabe destacar a conclusão de que a solução complexa do problema da sustentabilidade do Rio Pinheiros não está no Rio, está na dinâmica social que o polui. Sem uma ação articulada e sinérgica de diversos atores sociais na produção da realidade urbana, não há solução para o problema. Nesse sentido, conclui-se finalmente que o estudo empregado provê para a sociedade um modelo conceitual que congrega boa parte dessas dinâmicas, e as mostra relacionadas na forma de um modelo conceitual. A complexidade desse mapa é organizada e calculada modularmente, a fim de que, em posse desse guia, novas soluções possam ser formuladas e empregadas para devolver à população do século XXI o rio que o século XX nos roubou.

Bibliografia da Parte 1

ALMEIDA, N.F. Transdisciplinaridade e o paradigma pós-disciplinar na saúde. Saúde sociedade. São Paulo, v.14 n.3 . p.30-50. Sept./dec. 2005.

ARAÚJO, M.F.I. Os cem últimos anos na história da cidade e a formação da grande São Paulo. In: CENÁRIOS DA URBANIZAÇÃO PAULISTA: A REGIÃO

ADMINISTRATIVA DA GRANDE SÃO PAULO. São Paulo: Fundação Seade, 1992. 20-30 p.

ABRAHAM, F.D.; ABRAHAM, R.H.; SHAW, C.D. **Dynamical Systems**: A Visual Introduction. Santa Cruz: Aerial Press, 1992. 246 p.

ADORNO, V. **Tietê:** Uma Promessa de Futuro para as Águas do Passado.São Paulo:Texto Arte Gráfica, 1999. 156 p.

ALEXANDER, C. A city is not a tree. **Architectural Forum,** Massachusetts, **v.** 122, n.1/2, p.58–61; n. p.58–62, 1965.

ANDERSON, M.W.; TEISL, M.;NOBLET, C. Giving voice to the future in sustainability: Retrospective assessment to learn prospective stakeholder engagement. **Ecological Economics,** New York**, v.** 84, p. 1–6, 2012.

ANGELINI, R. ECOSSISTEMAS E MODELAGEM ECOLÓGICA. In: Pompêo, M. L.M (Ed.). **Perspectivas na Limnologia no Brasil**.São Luiz: Gráfica e Editora União, 1999, 191 p.

ASHBY, W.R. **An Introduction to Cybernetics**. London:Methuen,1956. 295p.

AYRES, R. Comments on Georgescu-Roegen. **Ecological Economics**, New York, v.22, n.3, p. 285-287, 1997.

AYRES, R.U.;MILLER, S. The Role of Technological Change. **Journal of Environmental and Management,** Atlanta**,** v. 7,p. 353–371, 1980.

BECHT, G. Systems theory: the key to holism and reductionism. **Bioscience**, Washington, v. 24, n.10, p. 579-596, 1974.

BENDORICCHIO, G.; JØRGENSEN, S.E. **Fundamentals of Ecological Modelling**. Philadelphia. Elsevier, 2001. 530p.

BENYUS, J.M. **Biomimicry**: innovation inspired by nature. New York: Harper Perennial, 2002. 308p.

BERKNER, L.;MARSHALL, L.C. The history of growth of oxygen in the earth's atmosphere. BRANCAZIO, D.J.; CAMERON, A.G.W. (Ed.). **The Origin and Evolution of Atmospheres and Oceans.** New York: John Wiley, 1964. p. 102-126.

BERTALANFFY, L.von. **Perpectives on general system theory:** scientific-philosophical studies. George Braziller, 1975. 183p.

BERTALANFFY, L. von. **A Systems View of Man**. Paul LAVIOLETTE, A.(Ed.). Boulder: Westview Press 1981. 180p.

BERTALANFFY, L. von – **Teoria Geral dos Sistemas**: funcionamentos, desenvolvimento e aplicações. Trad.

Francisco M. Guimarães.3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. 360p.

BERTALANFFY, L. von . **Tendencias en la teoría general de sistemas.** L. VON BERTALANFFY, W. ROSS ASHBY, G.M. Weinberg y otros; selección y prólogo de George J. Klir; versión española de Álvaro Delgado y Ándres Ortega. Madrid Alianza, 1987. 208p.

BIANCIARDI, C.; TIEZZI, E.; ULGIATI, S. Complete recycling of matter in the frameworks of physics, biology and ecological economics. **Ecological Economics**, New York, v.8, p.1-5, 1993.

BLONDEL, V.D.; GUILLAUME, JEAN-LOUP, LAMBIOTTE, R.; LEFEBVRE, E. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics:** Theory and Experiment, London, v.10, p.1000, 2008.

BOAVENTURA, J.M.G.;FISCHMANN, A.A. Is your vision consistent? A method for checking, based on scenario concepts. **Futures**, Atlanta, n.40,p.597–612, 2008.

BOAVENTURA, J.M.G; FISCHMANN, A.A. ;COSTA, B.K. Desenvolvimento de um método para geração de variáveis-chaves de cenários: Um ensaio no setor de automação comercial no Brasil. In: KRAMER COSTA,B. ; RIBEIRO DE ALMEIDA ISNARD, M. **Estratégia Contemporânea:**

Internacionalização, cenários e redes. Campinas, SP: Akademika Editora, 2008. 239p.

BOLTZMANN, L. **Theoretical physics and philosophical problems**. Holanda :Ed. Brian McGuinness, 1974. 298p.

BOULDING, K.E. The economics of the coming spaceship Earth. In: JARETT, H. (Ed.). **Environmental quality in a growing economy**. Resources for the Future / Baltmore, MD,:Johns Hopkins University Press, 1966. 173p.

BIAN, L. Multiscale nature of spatial data in scaling up environmental models. In: QUATTROCHI, D.A., GOODCHILD, M.F. (Ed.). **Scale in remote sensing and gis**. New York:Lewis Publishers, 1997.406p.

BURT, P.; KINNUCAN, M. Information models and modeling techniques for information systems. **Annual Review of Information Science and Technology**, New Jersey, v.25, p.175-208, 1990.

BRILLOUIN, L. Life, thermodynamics and cybernetics**. American Scientist, cidade**, v.37, p.354-368, 1949.

BRILLOUIN, L. **Science and Information Theory**. NY, Academic Press, 1956. 357p.

BROWN, M.T. A picture is worth a thousand words: energy

systems language and simulation language and simulation. **Ecological Modelling**, Philadelphia, v.178, p. 83–100, 2004.

BROWN, D.G.; PAGE, S.E.; RIOLO, R.L.;RAND, W.Agent based and analytical modeling to evaluate the effectiveness of greenbelts. **Environmental Modelling and Software**,Cleveland, v,19, v.12, p.1097–1109, 2004.

BRUE, S. **História do pensamento econômico**. Trad. Luciana Penteado Michelino. São Paulo:Ed. Pioneira Thompson Learning, 2005. 553p.

BRUYN, S.M.; OPSCHOOR, J.B.Development in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations. **Ecological Economics**, NY, v.20, p. 255–268, 1997.

CALVIN, M. **Chemical Evolution**; Molecular Evolution Towards the Origin of Living Systems on the Earth and Elsewhere. New York:Oxford University Press, 1969. 288p.

CAPRA, F. **O Tao da Física**. São Paulo:Cultrix, 1983. 260p.

CAPRA, F. **La red de lós problemas que hay em el mundo**. Nuevo Consciência, Editorial Integral. Barcelona, Espanha, 1995.p.26-27. Disponível em: http://www.unicamp.br/fea/ortega/Valores/valores-01.gif Acesso em: 03 mar.2013.

CARROLL, A.B.; BUCHHOLTZ, A.K. **Business & society**: ethics and stakeholder Management. 4th ed. Ohio:South-Western College Publishing: 2000. 738p.

CECHIN, A.D. **Georgescu-Roegen e o desenvolvimento sustentável:** Diálogo ou anátema? SP. 2008. 206p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CERVERO, P.; HIMMELA, M. ;KRÜGER, M. ;LINDERA, S. Proteomic analysis of podosome fractions from macrophages reveals similarities to spreading initiation centres. **European Journal of Cell Biology,** GmbH, v. 91 908– 922, 2012.

CETESB – COMPANHIA de TECNOLOGIA e SANEAMENTO AMBIENTAL. **Projeto Tietê:** Relatório de Acompanhamento. São Paulo, CETESB, 2008. 187p.

CHEN, X. Substitution of Information for Energy. **Energy Policy**, Atlanta v. 22, p. 15 – 27, 1994.

CHORLEY, R. ;HAGGETT, P. Modelos, paradigmas e a nova Geografia. In: CHORLEY, R.; HAGGETT, P. **Modelos sócio-econômicos em Geografia**. Rio de Janeiro:Livros Técnicos e Científicos. USP, 1975. p.1-22.

CONSTANZA, R. Embodied energy and economic valuation. **Science**, Washington, v.210, p 1219-1224, 1980.

CONSTANZA, R.; DALY, H.; BARTHOLOMEW, JOY A. Goals, Agenda and Policy Recommendations for Ecological Economics. In: CONSTANZA,R.(Ed.). **Ecological Economics**: The Science and Management of sustainability. X Columbia University Press, NY, 1991. 525p.

CORNING, P.A. Evolucionary Economics: Metaphor or Unifying Paradigm? **Journal of Social and Evolucionary Systems**, Greenwich v.18, n.4, p.421-435, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgar Blucher, 1999. 236p.

CLAUSIUS, R. **On a Modified form of the second Fundamental Theorem in the Mechanical Theory of Heat**. The London: Edinburg and Dublin Philosofical Magazine and Journal of Science, fourth series, Aug. 1856.

CLEVELAND, C.J. Biophysical Economics: From Physiocracy to Ecological Economics and Industrial Ecology. In: GOWDY,J.; MAYUMI, K.(Ed.). **Bioeconomics and Sustainability**: Essays in Honor of Nicholas Gerogescu-Roegen, Cheltenham, England, Edward Elgar Publishing, 1999. p. 125-154.

CORAZZA, G.O Estado Estacionário na Economia Clássica. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v.9, n.15, p.207-221, 1991.

COTRELL, W.F. **Energy and society**. New York: McGraw-Hill, 1955. 464p.

CRUMLEY, C.L. **Historical ecology:** integrated thinking at multiple temporal and Spatial scales. Paper presented at Conference on World System History and Global Environmental Change, Lund University, Sweden, September 2003. p.19–22,

DALY, H.E. **Towards a Steady State Economy**. San Francisco: W.H. Freeman & 1973. 332p.

DALY, H.E. **Economía, ecología e ética**: Ensayos hacia una economía en estado estacionario. México: Fondo de cultura económica, 1989. 387p.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. Tradução John Green. São Paulo: Ed. Martin Claret, 2009. 629p.

DEANE, P. **A Evolução das ideias econômicas.** Rio de Janeiro: Zahar, 1980. 287p.

DIEGUES, A.C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: NUPAUB – Universidade de São Paulo, 1994.198p.

DRAKE, E. (Ed.). Evolution and Environment. New Haven Conn: Yale University Press,. 1968. 470p.

EKINS, P. ‘Limits to growth’ and ‘sustainable development’: grappling with ecological realities. **Ecological Economics**, New York, v. 8, p. 269–288, 1993.

EMAE – **Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A.** Disponível em: http://www.emae.sp.gov.br Acesso em: 28 fev.2013.

FETTERMAN, D.M. Ethnography. In: BICKMAN, L.; DEBRA J.R. **Handbook of Applied Social Research Methods**. California: Sage Publications, Thousand Oaks, 1998. cap. 16, pt 3. p. 473-504,

FORRESTER, J.W. **Industrial Dynamics**. Portland: Productivity Press, 1961. 479p.

FREEMAN, R.E. **Strategic Management:** A Stakeholder Approach. Pitman: Boston, 1984. 292p.

FREEMAN, R.E.; PHILIPS, R.A. Stakeholder theory: a libertarian defence. **Business Ethics Quarterly**, Virginia, v.12, n.3,p. 331-349, 2002.

FURTADO, C. **Introdução ao Desenvolvimento:** Enfoque Histórico-Cultural. 3.ed. São Paulo:Ed. Paz e Terra, 2000. 126p.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **Analytical Economics**, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966. 450p.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The Entropy Law and the Economic Process**, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971. 457p.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Dynamic Models and Economic Growth. **World Development**, Great Britain, v. 3, n.11/12, p. 765-783,1975.

GEORGESCU-ROEGEN, N. The Steady State and Ecological Salvation: A Thermodynamic Analysis. **Bioscience**, Washington,v.27, n. 4, p226-270 Apr. 1977.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy, Matter, and Economic Valuation: Where do We Stand? In: DALY, H.D. AND UMANA, A.F. (Ed.). **Energy Economics and**

the Environment: Conflicting Views of an Essential Interrelationship, 1981. 200p.

GLEICK, J. **Chaos:** Making a New Science, Viking Penguin, 1987. 333p

GOMES, A.G.; VARRIALE, M.C. **Modelagem de Ecossistemas:** uma introdução. Santa Maria:Academia Brasileira de Ciências, UFSM, Santa Maria, 2001. 503p.

GORSKI, M.C.B. **Rios e Cidades:** ruptura e reconciliação. São Paulo: Editora SENAC, 2010. 300p.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia do Sistema Paulista de Recursos Hídricos**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2008.100p.

GOODLAND, R.; DALY, H. - Why northern income growth is not the solution to southern poverty. **Ecological Economics**, New York, v.8, p. 85–101, 1993.

GOWDY, J.M. **Coevolutionary Economics**. Boston: Kluwer, 1994. 246p.

GOWDY, J.M. The value of biodiversity: markets, society, and ecosystems. **Land Economics** Wisconsin, v. 73, p. 25–41, 1997.

GOWDY, J.M.; MCDANIEL, C.N. One world, one experiment: addressing the biology-economics conflict. **Ecolological Economics**, New York, v.15, p. 181–192, 1995.

GOWDY, J.M. ; CARBONELL, A.F. - Toward consilience between biology and economics: the contribution of Ecological Economics. **Ecological Economics**, New York, v.29, p. 337–348, 1999.

GRANT, W.E.; THOMPSON, P.B. Integrated ecological models: Simulation of socio-cultural constraints on ecological dynamics. **Ecological Modelling,** Philadelphia, v.100, p.43-59, 1997.

GRANT, W.E.; PETERSON, T.R., PETERSON, M.J. Quantitative modeling of coupled natural/human systems: simulation of societal constraints on environmental action drawing on Luhmann's social theory. **Ecological Modelling**, Philadelphia, v.158, p. 143-165, 2002.

HAGGETT, P. CHORLEY, R. Modelos, paradigmas e a nova geografia. In: CHORLEY, Richard, HAGGETT, Peter. **Modelos sócios-econômicos em geografia**. Rio de janeiro: Livros Técnicos e Científicos/ USP1975. p.1-22.

HARDESTY, D.L. **Ecological Anthropology**. New York: John Wiley, 1977. 310p.

HAWKEN, P.; LOVINS, A. ; LOVINS, H. **Capitalismo Natural**. São Paulo: Cultrix Amana Key, 1999. 326p.

HAWLEY, A.H - **Ecologia Humana**. Madrid: Ed. Tecnos, 1966. 433p.

HICKSON, C. A Review of Evolutionary Economics**. Journal of Economic Dynamics & Control**, Philadelphia, v. 22, p. 801-810, 1998.

HUGON, P. **História das doutrinas econômicas**. São Paulo:Ed. Atlas, 2009. 431p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados populacionais, senso 2012. Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acesso em: 28 fev. 2013.

JESUS, J.A.O. **Utilização de Modelagem matemática 3D na Gestão da qualidade da água em mananciais – aplicação no Reservatório Billings.** 2006, 142p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

JØRGENSEN, S.E.; NIELSEN, S.N. Tool boxes for an integrated ecological and environmental management. **Ecological Indicators,** Atlanta **v.** 21, p.104–109, 2012.

KAUFMANN, R.K. The economic multiplier of environmental life support: can capital substitute for a degraded environment? **Ecological Economics**, New York v.12, p. 67–79, 1995.

KIM, S.A.; SHIN, D.; CHOE, Y.; SEIBERT, T.; WALZ, S.P. Integrated energy monitoring and visualization system for Smart Green City development Designing a spatial information integrated energy monitoring model in the context of massive data management on a web based platform. **Automation in Construction,** Atlanta**, v.** 22, p. 51–59,2012.

KLAASSEN, G.A.J.; OPSCHOOR, J.B. Economics of sustainability or the sustainability of economics: different paradigms. **Ecological Economics**, New York, v. 4, p. 93–116, 1991.

KLUWER, D. Economy and Ecology: Towards Sustainable Development. ARCHIBUGI, F.; NIJKAMP (ED.).;

TURNER, R.K. **Center for social and economical research on the global environment.** London: University of East Anglia, Norwich and College, London University, 1989. 348p.

KONTOPOULOS, K.M. **The Logics of Social Structure**: Structural Analysis in the Social Sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.493p.

KORMONDY, E.J.; BROWN, D.E. **Ecologia Humana**. Título original: Fundamentals of human ecology. Trad. Max Blun. Org. Walter Neves. São Paulo: Ateneu, 2002. 5013p.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 7.ed. São Paulo: Perspectiva, 2003. 264p.

LAKATOS, E.M. ; MARCONI, M.A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 315p.

LEFF, E. **Saber Ambiental:** Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder. 2.ed. Petrópolis: Vozes, 2002. 494p.

LEFF, E. **As aventuras da epistemologia ambiental**: Da articulação das ciências ao diálogo dos saberes. Tradução: Glória Maria Vargas. Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 136p.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, New York, v. 22 p. 140,1932.

LI AN. Modeling human decisions in coupled human and natural systems: Review of agent-based models. **Ecological Modelling**, Philadelphia, v. 229, p.25-36, 2012.

LIU, J.; DIETZ, T.; CARPENTER, S.R.; ALBERTI, M.; FOLKE, C.; MORAN, E.; PELL, A.N.; DEADMAN, P.; KRATZ, T.; LUBCHENCO, J.; OSTROM, E.;OUYANG, Z.;PROVENCHER, W.; REDMAN, C.L.; SCHNEIDER, S.H.; TAYLOR, W.W. Complexity of coupled human and natural systems. **Science,** Washington**, v.** 317, p.1513–1516, 2007.

LOTKA, A.J. Contribution to the energetics of Evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States**, Baltimore , v.8, p. 147-151, 1922.

LOVELOCK, J. **Gaia:** a new look at life on earth. Oxford: Oxford University Press, 1979.170p.

LUNNEY, D.; PRESSEY, B.; ARCHER, M.; HAND, S.; GODTHELP, H.; CURTIN, A. - Integrating ecology and economics: illustrating the need to resolve the conflicts of space and time. **Ecological Economics**, New York, v. 23,p. 135–144, 1997.

MAGALHÃES, G. **Força e Luz, eletricidade e modernização na República Velha**. São Paulo: Editora UNESP/FAPESP, 2000. 122p.

MAEDE, J.E. - **A Neo-Classical Theory of Growth**. London: Allen e Unwin, 1961.185p.

MALINOWSKI, B. **Argonautas do pacifico ocidental: Um relato do empreendimento e da aventura dos nativos nos arquipélagos da Nova Guiné Melanésia**. São Paulo: Abril Cultural, 1976. 424p.

MALTHUS, T.R. **Principles of Political Economy**. Editado por John Pullen. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 1147p.

MANKIW, G. **Introdução à Economia:** Princípios de Micro e Macroeconomia. 2.ed. Editora Elsevier, 2001. 831p.

MANSON, S.M. Simplifying complexity: a review of complexity theory. **Geoforum**, Oxford, v. 32, p.405–414, 2001.

MANSON, S.M.; O'SULLIVAN, D. Complexity theory in the study of space and place. **Environment and Planning**, Great Britain , v.38, p.677–692, 2006.

MANSON, S.M. Does scale exist? An epistemological scale continuum for complex human–environment systems. **Geoforum,** Oxford, v. 39, 776–788, 2008.

MARGLEF, R. **Perspectivas de la teoría ecológica**. Version castellana de la cuarta impressión inglesa, Maria Rosa Miracle Solé. Barcelona: Blume, 1978. 110p.

MARTEN, G.G. **Human Ecology - Basic Concepts for Sustainable Development**. Earthscan, 2001. Versão eletrônica disponível em: http://gerrymarten.com/human-ecology/tableofcontents.html(Acesso em: 07 jan. 2013.

MARTINEZ-ALIER, J. - The environment as a luxury good or 'too poor to be green'? **Ecological Economics**, New York, v.13, p.1–10, 1995.

MARSHALL, A. **Principles of Economics**. 8th ed. London: Macmillan, 1920. 319p.

MARX, K. **O capital**: crítica da economia política. São Paulo: Ed. Abril Cultural, 1982. 242p.

MAURO, D.A. **Ecology and sustainable development**. Tree**. New York,** Sept**.** 1994.

MAXWELL, J.C. **Theory of Heat**. London: Longmans,1871. 312p.

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I. **Água na Indústria:** Uso racional e reuso. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 143p.

MILL, J.S. John Stuart Mill on the Stationary State. **Population and Development Review**, Cambridge, v.12, n. 2, p. 317-322 jun., 1986.

MIROWSKI, P. **Against Mechanism**: protecting economics from science**.** Totowa, NJ: Rowman and Littlefield, 1988. 232p.

MITROFF, IAN I. ; EMSHOFF, J. R. On strategic assumption-making: a dialectical approach to policy and planning. **Academy of Management Review**, New York, v.4, n.1, p. 1-12, 1979.

MOLINA, S.M.G.; LUI, G.H.; SILVA, M.P. A Ecologia Humana como Referencial Teórico e Metodológico para Gestão Ambiental. **OLAM Ciência & Tecnologia,** Rio Claro/SP,v.7, n.2,p.39 dez.2007.

MORAN, E.F. **Adaptabilidade humana**: uma introdução à antropologia ecológica. São Paulo: EDUSP, 1994. 468p.

MORGADO, P.; TOGER, M.; BRANTES, P.;FIEGEL J. A Bottom Up Approach to Modeling Habitat Connectivity Dynamics Through Networks Analysis, Sustainable Development - Authoritative and Leading Edge Content for Environmental Management, Dr. Sime Curkovic (Ed.), ISBN: 978-953-51-0682-1, **InTech**, DOI: 10.5772/45939, 2012. Available from: http://www.intechopen.com/books/sustainable-development-authoritative-and-leading-edge-content-for-environmental-management/a-bottom-up-approach-to-modeling-habitat-connectivity-dynamics-through-networks-analysis.

MOROWITZ, H.J. **Energy Flow in Biology**: Biological Organization as a Problem in Thermal Physics. New York: Academic Press, 1974.179p.

NAPOLEONI, C.; **SMITH, RICARDO e MARX**: considerações sobre a história do pensamento econômico. Trad. José Fernandes Dias. São Paulo: Ed. Paz e Terra, 2000. 239p.

NEWELL, B.; CRUMLEY, C.L.; HASSANC, N,; LAMBIND,E.F.; PAHL-WOSTLE, C.;UNDERDALF, A.; WASSON, R. A conceptual template for integrative human–environment research**. Global Environmental Change,** Atlanta, v. 15, p. 299–307, 2005.

NAKOVA, E.L.F.E.; BREDEWEG, B.; SALLES, P.;UZUNOV, Y. The River Mesta Case Study: A qualitative model of dissolved oxygen and sustainable development in aquatic ecosystems. **Ecological Informatics,** Atlanta, v. 4, n.5/6, 339-357, 2009.

NOBLE, R.A.A.; BREDEWEG, D.; LINNEBANK, F.; SALLES, P.; COWX, I.G.A qualitative model of limiting factors for a salmon life cycle in the context of river rehabilitation. **Ecological Informatics**, Atlanta, n.4, p. 299-319, 2009.

NORGAARD, R.B. - Coevolutionary agricultural development. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v. 32, p. 525-554, 1984a.

NORGAARD, R.B. - Coevolutionary development potential. **Land Economics**, Wiscosin, v. 60, p.160-173, 1984b.

NORGAARD, R.B. - Environmental economics: An evolutionary critique and a plea for pluralism. **Journal of Environmental Economics and Management**,New York, v. 12, p.382-394, 1985.

NORGAARD, R.B. Sustainable development: A co-evolutionary view. **Futures** ,Atlanta, v. 20, p. 606-620, 1988.

NORGAARD, R.B. The case for methodological Pluralism. **Ecological Economics**, New York, v. 1, p. 37–57, 1989.

NORGAARD, R.B. The coevolution of economic and environmental systems and the emergence of unsustainability. In: ENGLAND, R.W. (Ed.) **Evolutionary concepts in contemporary economics**. Ann Evolutionary Economics – 143 Arbor, MI: University of Michigan Press, 1994. p. 213-225.

NORGAARD, R.B. Metaphors we might survive by. **Ecological Economics**, New York, v. 15, p.129–131, 1995.

NORTON, B.- Evaluating ecosystem states: two competing paradigms. **Ecological Economics**, New York, v.14, p.113–128, 1995.

NORTON, B.; COSTANZA, R.;BISHOP, R.C. The evolution of preferences: why 'sovereign' preferences may not lead to sustainable policies and what to do about it. **Ecological Economics**, New York, v. 24, p. 193–211, 1998.

ODUM, E.P. The Strategy of Ecossystem Development. **Science**, Dordrecht, v.18, n.164, p.262-270, Apr. 1969.

ODUM, E.P. **Environment, power and society**. New York: John Wiley,1971. 331p.

ODUM, H.T. Macroscopic minimodels for balance of man and nature. In: Patten, B. (Ed.), **Systems Analysis and Simulation in Ecology**, New York,v.4, p. 250-280, 1976.

ODUM, H.T. **System Ecology**. New York: Wiley Interscience, 1983. 510p.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro :Guanabara Koogan, 1988. 639p.

ODUM, H.T.;ODUM, E.C. **Modeling for all Scales:** An Introduction to System Simulation. Gainesville, Florida: Academic Press, ISBN: 0-12-52417-4, 2000. 458p.

OSTROM, E. A diagnostic approach for going beyond panaceas. **Proceedings of the National Academy of Sciences,** Red Wood, v. 104, p.15181–15187, 2007.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social–ecological systems. **Science**. Washington, v. 35, p.419–422, 2009.

PHIPPS, R.L. Simulation of wetlands forest vegetation dynamics. **Ecological Modelling**, Philadelphia, v. 7, p 257-288, 1979.

PIAGET, J. **Epistemologia genética**. Petrópolis: Vozes, 1971. Título original: L'epistémologie génétique, 1970.110p.

PIAGET, J.;INHELDER, B. **A psicologia da criança**. Rio de Janeiro: Difel, 1978. Título original: La psychologie de l'enfant, 1966.

PORTO, A.R. **História Urbanística da Cidade de São Paulo (1554-1988).** São Paulo: Ed. Carthago & Forte, 1992.190p.

NICOLIS, G.;PRIGOGINE, I. **Exploring complexity**. Munich: Ed. R. Piper GmbH Verlag, 1989. 313p.

PRIGOGINE, I.; NICOLIS, G.; BABLOYANTS, A. Thermodynamics of Evolution. **Physics Today,** New York, v. 25, p. 23-28, Nov., 1972a.

PRIGOGINE, I.; NICOLIS, G. ;BABLOYANTS, A. Thermodynamics of Evolution. **Physics Today**, New York, v. 25, p. 38-44, Dec., 1972b.

PRIGOGINE, N.G.;PRIGOGINE, I. **Self-Organization in nonequilibrium Systems**. New York: John Wiley, 1974. 491p.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, Isabelle. **Order Out of Chaos**: Man's new dialog with nature. NY, Bantam Books, 1984. 349p.

PUCCIA, C.J. Qualitative models for east coast benthos. In: LAUENROTH, W.K.; SKOGERBOE, G.V. ; HUG, M. (Ed.). Analysis of Ecological Systems: State-of-the-Art. **Ecological Modelling**, Philadelphia, p. 719-724, 1983.

QUESNAY, F. **Economia**. Trad. Fernandes, Florestan e Kuntz, Rolf Nelson. Imprenta. São Paulo: Atica, 1984. 192p.

RICKER, M. Limits to economic growth as shown by a computable general equilibrium model. **Ecological Economics**, New York, v. 21, p. 141–158, 1997.

RICARDO, D. **Princípios de Economia Política**. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 286p.

RIFKIN, G. **Entropy**. New York: Bantam Books, 1981. 302p.

RING, I. - Evolutionary strategies in environmental policy. **Ecological Economics**, New York, v. 23, p. 237–250, 1997.

RODRIGUES, F. **Análise das Transformações no Rio Pinheiros e das Políticas Ambientais Associadas**. 2012. 111p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

RUTH, M. **Integrating economics, ecology, and thermodynamics**. Dordecht: Kluwer Academic, 1993. 251p.

RUTH, M. Evolutionary economics at the crossroads of biology and physics. **Journal of Social and Evolutionary Systems,** Atlanta**,** v.19, n.2, p.125-144, 1996.

RUTH, M. ; C.W. Bullard. Information, Production and Utility, **Energy Policy**, Atlanta, v. 21, p. 1059 -1067, 1994.

RYBCZYNSKI, E. **Rio Pinheiros, a cara, a vida e a esperança de São Paulo**. Disponível em: http://www.saopaulominhacidade.com.br Acesso em 19 set.2013.

SAYÃO, F.F. Modelos teóricos em ciência da informação: abstração e método científico. **Ciência em Informação**, Brasília, v.30, n.1, p.82-91, jan./abr. 2001.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia:** Teoria e prática do desenvolvimento. Org. Paulo Vieira. São Paulo: Ed. Cortez, 2006. 472p.

SANTOS, J.D. **Desenvolvimento Rural, Biodiversidade e Políticas Públicas. Desafios e Antagonismos no Pontal do Paranapanema**. 2012. 295p.Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SCREPANTI, E.; ZAMAGNI, S. **An Outline of the History of Economic** Thought. Oxford: Clerendon, 1993. 580p.

SCHNEIDER, D.; SAGAN, D. **Into the cool**. Chicago: Chicago University Press, 2006. 378p.

SCHUMPETER, J.A. **The theory of economic development**. Cambridge, Mass Harvard University Press, 1934. 255p.

SCHUMPETER, J.A 'The analysis of economic change', **Review of Economics and Statistics**, vol. 17 (May) p. 2-10. Reprinted In RICHARD, V. ;CLEMENCE (Ed.). Essays of J.A. Schumpeter. Cambridge, Mass., Addison-Wesley, 1950. p. 134-142, 1935.

SHANNON, C.;WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**, Univ. Illinois Press, 1949. Reprinted with corrections from The Bell System Technical Journal, v. 27, p. 379–423, 623–656, July, Oct., 1948.

SCHRÖDINGER, E. **O que é vida?** : o aspecto físico da célula viva seguido de mente e matéria e fragmentos autobiográficos / Erwin Schrödinger; tradução Jesus de Paula Assis, Vera Yukie Kuwajima de Paula Assis. São Paulo : Fundação Editora da UNESP : Cambridge University Press, 1997. 192p.

SLESSER, M. **Energy in the economy**. New York: St. Martin's Press, 1978. 164p.

SMITH, A. **A Riqueza as Nações**. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 350p.

SOLÉ, R.; GOODWIN, B. **Signs of Life:** how complexity pervades biology. New York: Basic Books, 2000. 336p.

SOUZA, J. ;MACHADO, R.; MENDES, F.F. Modeling Organizational Information System Architecture Using "Complex Networks" Concepts In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE QUALITY OF INFORMATION AND COMMUINICATIONS TECHNOLOGY. n.8, 2012. Disponível em: http://www3.dsi.uminho.pt/rmac/privatefiles/papers/2012_SEDES_SousaMachadoMendes-ieee.pdf Acesso em: 28 jan.2013.

SPRENG, D.T. Possibilities for Substitution between Energy, Time and Information, **Energy Policy**, Atlanta p. 13-23, Jan.1993.

STEWARD, J.H. Basin-plateau aboriginal sociopolitical groups. **Bureau of American Ethnology.** Washington, DC: Smithsonian Institution, 1938.362p.

STEWARD, J.H. – **Theory of culture change**. Urbana**:** University of Illinois Press, 1955. 244p.

SVENDSEN, A. **The Stakeholder Strategy: profiting from collaborative business relationships**. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers: 1998. 207p.

TAPPAN, H. Primary production isotopes and the atmosphere. In:. Amsterdan: Elsevier Publishing 1968 .v.4: **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**.

THAKUR, G.S.; HELMY, A.; HSU, W.J. **Similarity Analysis and Modeling in Mobile Societies:** The Missing Link. Computer and Information Science and Engineering Department, University of Florida 2010. Disponível em: http://www.cise.ufl.edu/tr/DOC/REP-2010-500.pdf Acesso em:28 jan. 2013.

TRIOLA, M.F. **Introdução à Estatística**, Trad. Vera Regina Lima de Farias e Flores. 10.d. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2008. 696p.

TUNG-SUN , C. A Teoria do Conhecimento de um filósofo Chinês. In: CAMPOS,H. de (Org.).: **Ideograma, Lógica, Poesia e Linguagem**. São Paulo: EDUSP, 1994. 235p.

VEIGA, J.E. **Desenvolvimento Sustentável**: Um desafio para o séc. XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 231p.

VIERTTEN, R. **Ecologia cultural:** Uma antropologia da mudança. São Paulo: Ed. Ática, 1998. 61p.

VIGUERIE, N.; MONTASTIER, E.; MAORET, J.; ROUSSEL, B.; COMBES, M.; VALLE, C.; VILLA-VIALANEIX, N.; LACOVONI, J.; MARTINEZ, J.A.; HOLST, C.; ASTRUP, A.; VIDAL, H.; CLEMENT, K.; HAGER, J.; SARIS, W.H.M.; LANGIN, D. Determinants of Human Adipose Tissue Gene Expression: Impact of Diet, Sex, Metabolic Status, and Cis Genetic Regulation. **PLOS Genetics**, San Francisco, v.8, n. 9, Sept.2012.

VITOUSEK, R.; EHRLICH, P.R.; HRLICH, A. H.;MATSON, P.A. – Human appropriation of the products of photossyntesis. **Bioscience**, Washington, v.34, n. 6, p. 368-373, 1986.WALSH, S.J.;

MESSINA, J.P.; MENA, C.F.; MALANSON, G.P.; PAGE, P.H. Complexity theory, spatial simulation models, and land use dynamics in the Northern Ecuadorian Amazon. **Geoforum,** Oxford, v**.** 39, p.867–887, 2008.

WARREN, K.; FRANKLIN, C.; STREEETER, C.L. New directions in systems theory: chaos and complexity. **Social Work**, Oxford, v. 43, n.4, p.357–372, 1998.

WCED – **Our common future**. Oxford: Oxford

University Press, 1987.383p.

WETZEL, K.R.;WETZEL, J.F. Sizing the earth: recognition of economic carrying capacity. **Ecological Economics,** New York**,** v.12, p.13–21, 1995.

WHORF, B.L. Science and Linguistics. **Language in Action,** Hayakawa NY, p.311-313, 1941.

WOOD, D.J. **Business and society**. Pittsburgh: Harper Collins, 1990. 861p.

ZITEK, A.; SCHMUTZ, S.; PREIS, S.; SALLES, P.; BREDEWEG, B.; MUHAR, S. Evaluating the potential of Qualitative Reasoning models to contribute to sustainable catchment management, **Ecological Informatics**, Atlanta, v.4, n.5/6, p.381-395, 2009.

Questionário

Instrumento de coleta dos dados

Prezado (a) Senhor(a),

Esta pesquisa tem o propósito de identificar as variáveis que afetam a sustentabilidade do Rio Pinheiros na capital de São Paulo. A entrevista está dividida em três etapas. A primeira etapa visa sanar dúvidas em relação aos pressupostos conceituais adotados na pesquisa. A segunda etapa consiste em uma estrevista aberta, na qual o entrevistado é encorajado a falar livremente sobre o problema estudado. A terceira fase é uma entrevista semi-estruturada na qual se formularão perguntas diretas aos entrevistados.

Etapa 1 – Explanação sobre o contexto da pesquisa e referência ao conceito de sustentabilidade aplicado.

Esta é uma pesquisa que visa mapear as variáveis de sustentabilidade em um sistema sócio-écológico. Entende-se por sistema socioecológico um sistema no qual interagem fatores bióticos e abióticos (ecossistemas naturais) e fatores culturais inerentes aos (eco)sistemas sociais.

Nesse sentido é importante colocar que o conceito de sustentabilidade adotado:

Sustentabilidade é uma relação entre sistemas humanos dinâmicos e sistemas ecológicos maiores, normalmente de mudança mais lenta, na qual: (1) a vida humana pode continuar indefinidamente; (2) Os indivíduos humanos podem florescer, e; (3) as culturas humanas podem se desenvolver. Mas cujos efeitos das atividades humanas se mantêm dentro de limites, de modo a não destruir a diversidade, complexidade e função ecológica do sistema de suporte a vida (**Ecological Economics: Science and Management of sustainability**. Ed. Robert Constanza. Columbia University Press, NY, 1991).

O objetivo dessa entrevista é mapear as variáveis de sustentabilidade do Rio Pinheiros levando em conta os sistemas naturais e sociais que envolvem a questao. As etapas posteriores visam identificar essas variáveis.

Etapa 2 - Fale livremente sobre o problema da sustentabilidade do Rio Pinheiros na capital de São Paulo levando em conta sua experiência e seu ponto de vista.

Etapa 3 – Responda às perguntas elaboradas ao longo dessa etapa da forma mais objetiva possível. Caso você não identifique nenhuma varável relevante para sustentabilidade do Rio Pinheiros, indique a necessidade de passagem para próxima pergunta.

Ler a lista de *stakeholders* abaixo:

1. Companhia de Geração de Energia AES-Eletropaulo
2. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

3. FSP – Faculdade de Saúde Pública
4. Imprensa Especializada
5. SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
6. SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
7. EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia
8. CPTM – Companhia Paulista de Trens e Metrôs
9. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
10. DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica
11. FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
12. ONG – Associação Águas Claras do Rio Pinheiros

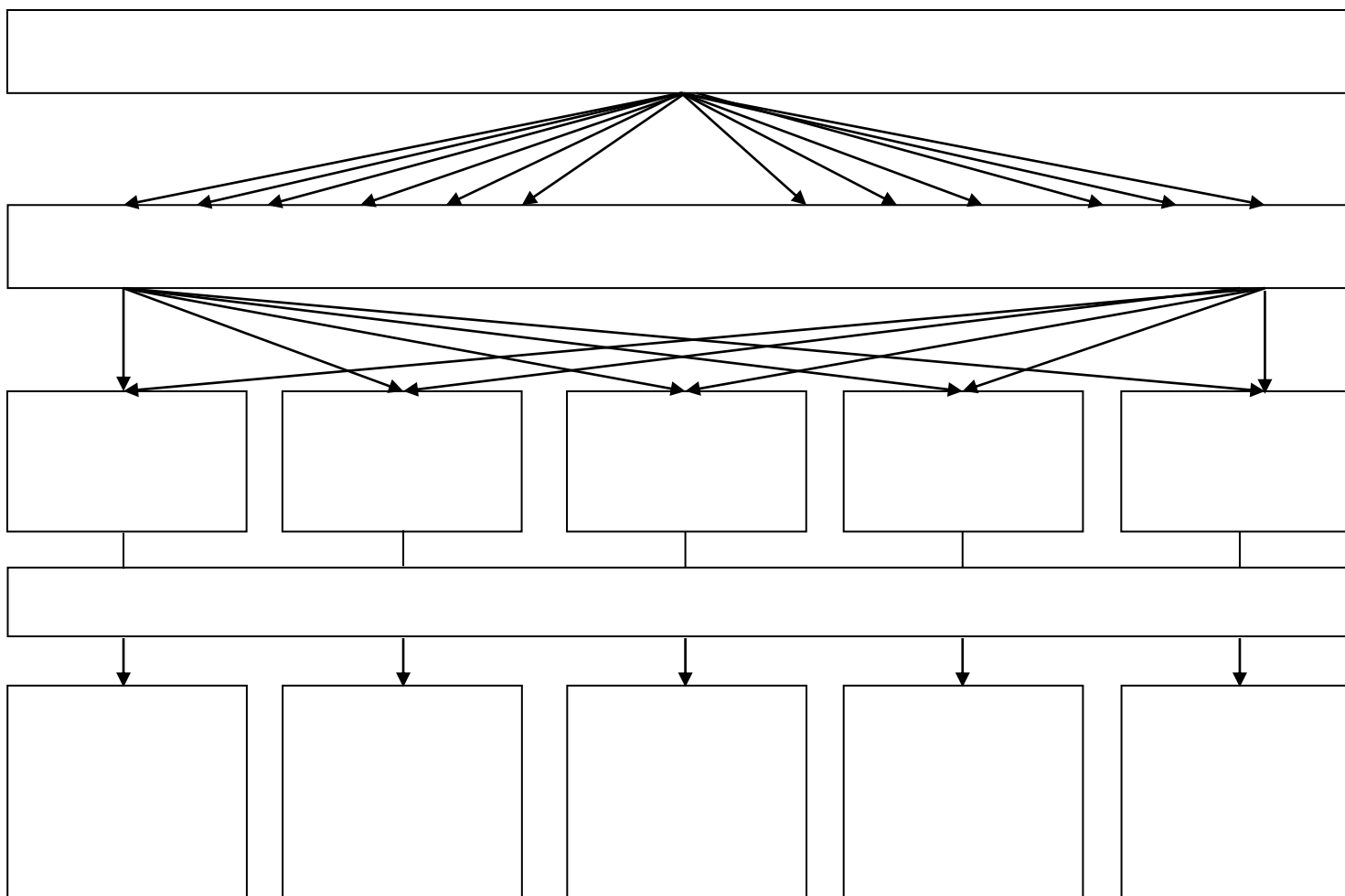
Ler e explicar as classes de sistemas da tabela abaixo:

Classificação de sistemas para modelagem conceitual de ecossistemas humanos		
Nível	*Descrição*	*Exemplo*
Sistemas Estáticos	Átomos, moléculas, cristais, estruturas biológicas do nível da microscopia eletrônica até o nível macroscópico.	Metais pesados na água, fósforo, poluentes em geral. Pneus, embalagens plásticas etc.
Sistemas Mecânicos	Máquinas convencionais em geral.	Automóveis, máquinas de dragagem, máquinas industriais etc.
Sistemas orgânicos	Populações de seres vivos impactados biologicamente.	Mosquitos, ratos, bactérias anaeróbias etc.

Sistemas sociais	*Stakeholders,* instituições burocráticas.	Empresas, organizações políticas, sociais etc.
Sistemas simbólicos	Aspectos culturais no ideário humano	Percepção estética do rio, predisposição em mudanças de comportamento, opinião pública, etc.

A matriz que segue auxilia a formulação de perguntas objetivas na medida em que se estrutram as perguntas relacionando o *stakeholder* (a), a classe de sistema (b) e o problema estudado (c).

Considerando-se o ponto de vista da Companhia de Saneamento Básico (*a*) quais são os sistemas estáticos (b) que interferem na sustentabilidade do rio Pinheiros (c)?

A entrevista deve começar pelo *stakeholder* com o qual o especialista possui mais afinidade e seguir combinando os elementos da matriz no sentido de esgotar as suas 60 perguntas possíveis.

Formulários referentes a matriz de adjacência

Matriz de adjacência	**Esgoto sanitário lançado no rio**
Índice de Oxigênio	1
Rede de esgotos não conectada a ETEs	1
Ação desarticulada dos agentes políticos	1
Percepção de apropriação do Rio pela população	1
Carrapatos	0
Bactérias anaeróbias	1
Promover a visão sistêmica acerca do problema	1
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	1
Material de assoreamento	0
Poluentes surfactantes	1
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	0
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	0
Alergias	1
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	1
Metais pesados	0
Gazes geradas pela decomposição de matéria orgânica na água	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	1
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	1
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	1
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0

Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	1
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Índice de Oxigênio**
Rede de esgotos não conectada a ETEs	1
Ação desarticulada dos agentes políticos	0
Percepção de apropriação do Rio pela população	0
Carrapatos	0
Bactérias anaeróbias	1
Promover a visão sistêmica acerca do problema	0
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	1
Material de assoreamento	0
Poluentes surfactantes	1
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	0
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	0
Alergias	0
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	0
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	1
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0

Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Rede de esgotos não conectada a ETEs**
Ação desarticulada dos agentes políticos	1
Percepção de apropriação do Rio pela população	1
Carrapatos	0
Bactérias anaeróbias	1
Promover a visão sistêmica acerca do problema	0
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	0
Material de assoreamento	1
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	0
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	0
Alergias	1
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	1

Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	1
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	1
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Ação desarticulada dos agentes políticos**
Percepção de apropriação do Rio pela população	1

Carrapatos	0
Bactérias anaeróbias	0
Promover a visão sistêmica acerca do problema	1
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	0
Material de assoreamento	0
Poluentes surfactantes	0
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	0
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	0
Alergias	0
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	1
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	1
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	1
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	1
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0

Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	1
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Percepção de apropriação do Rio pela população
Carrapatos	1
Bactérias anaeróbias	0
Promover a visão sistêmica acerca do problema	1
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	0
Material de assoreamento	0
Poluentes surfactantes	1
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	1
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	0
Alergias	1
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	1
Poder de multar os agentes poluidores	1
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0

Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	1
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	1
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	1
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	1
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	1

Matriz de adjacência	**Carrapatos**
Bactérias anaeróbias	0
Promover a visão sistêmica acerca do problema	1
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	0
Material de assoreamento	0
Poluentes surfactantes	0
Ratos	1
Rede de drenagem levando poluição difusa	0
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	0
Alergias	1
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	0
Jacarés	0
Formação de especialistas	0

Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	0
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	1
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	1

Matriz de adjacência	Bactérias anaeróbias
Promover a visão sistêmica acerca do problema	0
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	0
Material de assoreamento	1
Poluentes surfactantes	1
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	0
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	1
Alergias	1
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	0
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	0
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0

Varrição de ruas		0
Sabão em pó		0
Campanhas para reciclagem de pneus		0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)		0
Preço do uso água		0
Impacto do Rio no sistema de transportes		0
Hormônios de anticoncepcionais		0
Toxinas carcinogênicas		0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas		0
Flora na margem		0
Borrifadores de inseticida		0
Capivaras		0

Matriz de adjacência	**Visão sistêmica acerca do problema**
Desbalanço hídrico da capital (déficit)	1
Material de assoreamento	1
Poluentes surfactantes	1
Ratos	1
Rede de drenagem levando poluição difusa	1
Dragas para desassoreamento	1
Baratas	1
Alergias	1
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	1
Formação de especialistas	1
Garrafas PET e embalagens	1
Poder de multar os agentes poluidores	1
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	1
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	1
Metais pesados	1
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	1
Compostos aromáticos	1
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	1

Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	1
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	1
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	1
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	1
Impacto do Rio no sistema de transportes	1
Hormônios de anticoncepcionais	1
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	1
Borrifadores de inseticida	1
Capivaras	1

Matriz de adjacência	**Desbalanço hídrico da capital (déficit)**
Material de assoreamento	0
Poluentes surfactantes	1
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	0
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	0
Alergias	0
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	0
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1

Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	1
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	1
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	1
Impacto do Rio no sistema de transportes	1
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Material de assoreamento**
Poluentes surfactantes	0
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	1
Dragas para desassoreamento	1
Baratas	0

Alergias	0
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	1
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	1
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	1
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	1
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0

Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	1
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Poluentes surfactantes**
Ratos	0
Rede de drenagem levando poluição difusa	1
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	0
Alergias	0
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	1
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	1
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	1
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	1
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0

Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Ratos**
Rede de drenagem levando poluição difusa	0
Dragas para desassoreamento	0
Baratas	1
Alergias	1
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	1
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	0
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0

Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	1
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Rede de drenagem levando poluição difusa**
Dragas para desassoreamento	1
Baratas	1
Alergias	0
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	1
Poder de multar os agentes poluidores	1
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	1
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	1
Metais pesados	1
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0

Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	1
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Dragas para desassoreamento**
Baratas	0
Alergias	0
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	1
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	1
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	1
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	1

Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Baratas
Alergias	1
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	0

Jacarés		0
Formação de especialistas		0
Garrafas PET e embalagens		0
Poder de multar os agentes poluidores		0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem		0
Paisagem deteriorada		1
Lixo na rua		1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros		0
Metais pesados		0
Gás sulfídrico		0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto		1
Fezes de animais		1
Lixo doméstico descartado na rede		0
Índice de Fósforo		0
Participação qualificada e popular em audiências públicas		0
Cultura dos descartáveis		0
Qualidade técnica das licitações		0
Compostos aromáticos		0
Presença de Coliformes		0
Percepção da coloração da água		0
Doenças de veiculação hídrica		1
Mosquitos *Cullex*		0
Índice de Nitrogênio		0
Algas		0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio		0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings		0
Produtos orgânicos persistentes		0
Obstáculo ao acesso ao rio		0
Resíduos da frota automotiva		0
Mosquitos *Aedes aegypt*		0
Ciclovia integrada aos modais de transporte		0
Ciclovia aproximando a população do Rio		0
Impacto das autopistas da marginal no rio		0
Decomposição na zona bentônica		0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio		0
Denúncias sobre ações poluidoras		0
Varrição de ruas		1
Sabão em pó		0
Campanhas para reciclagem de pneus		0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)		0
Preço do uso água		0
Impacto do Rio no sistema de transportes		0
Hormônios de anticoncepcionais		0
Toxinas carcinogênicas		0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas		0
Flora na margem		1

Borrifadores de inseticida	1
Capivaras	0
Matriz de adjacência	**Alergias**
Afastamento da poluição (cultura sanitarista)	0
Jacarés	0
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	1
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0

Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	1
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Afastamento da poluição (cultura sanitarista)**
Jacarés	0
Formação de especialistas	1
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	1
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	1
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	1

Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Jacarés**
Formação de especialistas	0
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	0
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	1
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	1
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0

Decomposição na zona bentônica		0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio		0
Denúncias sobre ações poluidoras		0
Varrição de ruas		0
Sabão em pó		0
Campanhas para reciclagem de pneus		0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)		1
Preço do uso água		0
Impacto do Rio no sistema de transportes		0
Hormônios de anticoncepcionais		0
Toxinas carcinogênicas		0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas		0
Flora na margem		0
Borrifadores de inseticida		0
Capivaras		1

Matriz de adjacência	**Formação de especialistas**
Garrafas PET e embalagens	0
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	0
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	1
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	1
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0

Ciclovia integrada aos modais de transporte	1
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Garrafas PET e embalagens**
Poder de multar os agentes poluidores	0
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	1
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	1

Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Poder de multar os agentes poluidores**
Alto custo do equipamento para macrodrenagem	0
Paisagem deteriorada	1
Lixo na rua	0
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	1
Metais pesados	1
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	1
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0

Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	1
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Alto custo do equipamento para macrodrenagem**
Paisagem deteriorada	0
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1

Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Paisagem deteriorada**
Lixo na rua	1
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0

Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	1
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	1
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	1
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Lixo na rua**
Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros	0
Metais pesados	0
Gás sulfídrico	1
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0

Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Monitoramento da poluição do Rio Pinheiros**
Metais pesados	1
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	1
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	1
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	1
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0

Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	1
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Metais pesados**
Gás sulfídrico	0
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	0
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0

Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Gás sulfídrico
Barreiras legais para instalação de redes de esgoto	1
Fezes de animais	1
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	0
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0

Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	1
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Barreiras legais para instalação de redes de esgoto
Fezes de animais	0
Lixo doméstico descartado na rede	1
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	1
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	1
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	1
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0

Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Fezes de animais**
Lixo doméstico descartado na rede	0
Índice de Fósforo	1
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	1
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Lixo doméstico descartado na rede**
Índice de Fósforo	0

Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	1
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Índice de Fósforo**
Participação qualificada e popular em audiências públicas	0
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	1
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	

Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Participação qualificada e popular em audiências públicas**
Cultura dos descartáveis	0
Qualidade técnica das licitações	1
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	1

Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Cultura dos descartáveis**
Qualidade técnica das licitações	0
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	1
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0

Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Qualidade técnica das licitações**
Compostos aromáticos	0
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	1
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	1
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	1
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	1
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Compostos aromáticos**
Presença de Coliformes	0
Percepção da coloração da água	0
Doenças de veiculação hídrica	1

Mosquitos *Cullex*	
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	1
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Presença de Coliformes**
Percepção da coloração da água	1
Doenças de veiculação hídrica	1
Mosquitos *Cullex*	1
Índice de Nitrogênio	1
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	1
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1

Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Percepção da coloração da água**
Doenças de veiculação hídrica	0
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	1
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0

Capivaras	0

Matriz de adjacência	Doenças de veiculação hídrica
Mosquitos *Cullex*	0
Índice de Nitrogênio	0
Algas	0
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	1
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Mosquitos *Cullex*
Índice de Nitrogênio	0
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0

Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Índice de Nitrogênio**
Algas	1
Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Algas**

Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio	0
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	1
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Projetos sociais para reciclagem de resíduos flutuantes no Rio**
Proibição legal do bombeamento de água para Billings	0
Produtos orgânicos persistentes	0
Obstáculo ao acesso ao rio	1
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	1
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0

Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Proibição legal do bombeamento de água para Billings**
Produtos orgânicos persistentes	1
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	1
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Produtos orgânicos persistentes**
Obstáculo ao acesso ao rio	0
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0

Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	1
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Obstáculo ao acesso ao rio**
Resíduos da frota automotiva	0
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	1
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	1
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Resíduos da frota automotiva**
Mosquitos *Aedes aegypt*	0
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	1
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0

Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Mosquitos *Aedes aegypt*
Ciclovia integrada aos modais de transporte	0
Ciclovia aproximando a população do Rio	0
Impacto das autopistas da marginal no rio	0
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	1
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	1
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	1
Borrifadores de inseticida	1
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Ciclovia integrada aos modais de transporte
Ciclovia aproximando a população do Rio	1
Impacto das autopistas da marginal no rio	1
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	1
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Ciclovia aproximando a população do Rio
Impacto das autopistas da marginal no rio	1
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	1
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Impacto das autopistas da marginal no rio
Decomposição na zona bentônica	0
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	1
Denúncias sobre ações poluidoras	0
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	1

Matriz de adjacência	Decomposição na zona bentônica
Trânsito agravando a percepção negativa do rio	0
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	1

Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Trânsito agravando a percepção negativa do rio
Denúncias sobre ações poluidoras	1
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	1
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Denúncias sobre ações poluidoras
Varrição de ruas	0
Sabão em pó	1
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Varrição de ruas
Sabão em pó	0
Campanhas para reciclagem de pneus	0

Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Sabão em pó**
Campanhas para reciclagem de pneus	0
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	0
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	1
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Campanhas para reciclagem de pneus**
Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)	1
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	**Redes de retenção de material flutuante (eco barreiras)**
Preço do uso água	0
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0

Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Preço do uso água
Impacto do Rio no sistema de transportes	0
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Impacto do Rio no sistema de transportes
Hormônios de anticoncepcionais	0
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	1

Matriz de adjacência	Hormônios de anticoncepcionais
Toxinas carcinogênicas	0
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	0
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	1

Matriz de adjacência	Toxinas carcinogênicas
Inseticidas de sobras de pequenas empresas	1
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	1
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Inseticidas de sobras de pequenas empresas
Flora na margem	0
Borrifadores de inseticida	1
Capivaras	0

Matriz de adjacência	Flora na margem
Borrifadores de inseticida	0
Capivaras	1

Matriz de adjacência	Borrifadores de inseticida
Capivaras	0

Parte 2
Cenários

Como Estudar o Futuro: A construção de Cenários e suas metodologias

O Estudo do Futuro

A ideia de tentar imaginar o futuro caminha junto com a história do pensamento humano. O problema da causalidade é um problema fundamental para ciência. Lembrar do passado, pensar o presente e imaginar o futuro é um processo cognitivo comum entre os seres humanos. Maximiano[280] resgata um fato histórico que serve para ilustrar tal aspecto:

> "Por volta de 3100 a.C., o Egito foi unificado, dando origem a um reino que chegaria até o início da era cristã. [...] A regularidade das inundações do Nilo teve grande influência sobre os egípcios, levando-os, provavelmente, a desenvolver uma mentalidade orientada para o planejamento de longo prazo."

[280] Maximiano (2002, pg.75)

Para tratar da relação entre se pensar o futuro e a teoria da administração em tempos menos remotos, é possível lembrar-se dos processos administrativos mais fundamentais, cuja origem remete ao pensamento de Fayol (2006): Administrar envolve, necessariamente, (1) planejar, (2) organizar, (3) executar e (4) controlar. A relação do futuro com a administração pode ser vista logo no primeiro conceito: planejar, que envolve necessariamente pensar no por vir, imaginá-lo, investigá-lo, mas, principalmente, racionalizá-lo:

> Administrar envolve: "definir o futuro da empresa, principalmente, suas metas, como serão alcançadas e quais são seus propósitos e seus objetivos", ou ainda, "[...] é a ferramenta que as pessoas e as organizações usam para administrar suas relações com o futuro. É uma aplicação específica do processo decisório"[281]

O pensar sobre o futuro está ligado à etapa de planejamento na administração. Dentro da etapa de planejamento, encontra-se a necessidade de construção hipotética de futuros plausíveis - não de previsão - visto que ao planejar imagina-se o que poderá acontecer - e mais do que isso - basear as decisões presentes tendo em vista o por vir.

No tempo presente, administrar envolve, segundo Araújo[282], "[...] definir o futuro da empresa, principalmente, suas metas, como serão alcançadas e quais são seus propósitos e seus objetivos [...]" Ou ainda, "[...] é

281 (ARAÚJO, PG.169, 2004)
282 Araújo (*Ibdem.*, pg. 169)

a ferramenta que as pessoas e as organizações usam para administrar suas relações com o futuro[283].

Nesse contexto, Porter enfatiza que as prospecções e o emprego de cenários são uma técnica valiosa para as empresas. "[...] cenários são uma ferramenta poderosa para lidar com a incerteza ao se fazer escolhas estratégicas [...]"[284], [trad. do autor].

Vale dizer que existe dois tipos de cenários usados no campo da administração. Os cenários de primeira geração (cenários ambientais) e os cenários de segunda geração (cenários estratégicos). Pode-se entender que o primeiro tipo limita-se a prospectar o futuro. O segundo propõe uma agenda de ações estratégicas tendo em vista esses futuros imaginados.

Há, ainda, diferentes maneiras de se pensar o futuro, inclusive no que tange a concepção de viabilidade em prevê-lo. Enquanto algumas técnicas se propõem a prever o futuro valendo-se principalmente de modelagens matemáticas e projeções, outras procuram construir futuros plausíveis sem que haja previsão envolvida.

Esse estudo se propõe a prospectar futuros plausíveis através de entrevistas com especialistas. O objetivo dessas entrevistas está em identificar as variáveis-chaves que interferem no futuro do ambiente em análise, construindo-se enredos a partir delas.

[283] (MAXIMIANO, pg. 105)
[284] (PORTER, 1985 pg.447)

De modo geral, as críticas metodológicas e epistemológicas feitas aos estudos do futuro são muito semelhantes às críticas feitas para as ciências sociais que de alguma maneira procuram relações causais entre premissas e conclusões em ciência não exatas. Godet[285] aponta que entre as principais limitações dos estudos do futuro, estão a imperfeição dos modelos matemáticos projetivos e o simples fato de o futuro poder não ser condicionado pelo passado e pelo presente, o que colocaria em xeque os esforços de pensá-lo. Embora Van Vught[286], Georgantzas e Acar[287] e Ayres e Axtell[288] concordem com Godet em afirmar que o passado pode não determinar o futuro, isso não significa que ele necessariamente não o influencie de alguma forma. Mais do que isso, o fato de não ser possível prever o futuro não invalida a necessidade humana de pensá-lo.

As técnicas de previsão e prospecção do futuro têm se mostrado válidas para as ciências sociais aplicadas. Tal validade se reafirma, inclusive, pelo fato de ser uma iniciativa de se estudar socialmente o futuro, visto que a historiografia, a sociologia e a antropologia se voltam principalmente para fatos passados. Há uma lacuna de estudos do futuro nas ciências humanas - e essa lacuna é preenchida pelos estudos prospectivos da economia e da administração.

[285] Godet (1993)
[286] Van Vught (1987)
[287] Georgantzas e Acar (1995)
[288] Ayres e Axtell (1996)

Cenários Futuros

Os métodos de construção de cenários, como já fora dito, não têm a pretensão de prever o futuro, mas de pensá-lo. Por isso, embora sejam menos ambiciosos que os métodos de previsão, possuem um arcabouço epistemológico mais robusto - visto que não se propõem a algo tão ambicioso. Além disso, os métodos de construção de cenários foram testados empiricamente de maneira sistemática por empresas, organizações e governos, desenvolvendo-se portanto durante os últimos anos. Segue-se com a definição de cenário e os métodos mais representativos desse campo de estudo.

De acordo com o Dicionário Etimológico Internacional (www.myetmology.com) a origem da palavra "cenário" remonta há longa data. A raiz da palavra "cenário" é latina, ou seja, vem do latim e é comum tanto ao português como ao inglês. Cenário vem de "*scenarium*", que significa:

1. Lugar onde ocorre a cena;
2. Limites do palco; e,
3. Enredo.

O termo foi inicialmente adotado pelo italiano sob a forma de "*scenario*" e, posteriormente, pelo português e inglês.

A palavra "cenário", na língua portuguesa, segundo o dicionário Houaiss[289], possui seis significados. São eles:

1 Rubrica: cinema, teatro, televisão. Conjunto de elementos visuais (tais como telões, móveis, objetos, adereços e efeitos de luz) que compõem o espaço onde se apresenta um espetáculo teatral, cinematográfico, televisivo etc.; cena, dispositivo cênico;

2 Rubrica: cinema, literatura, radiofonia, teatro, televisão: Lugar em que decorre a ação ou parte da ação de peça, filme, telenovela, radionovela, romance etc.; cena;

3 Derivação: por metonímia: A arte dramática; teatro;

4 Rubrica: cinema. m.q. roteiro;

5 Derivação: por extensão de sentido: Lugar em que se desenrola algum fato; palco. Ex.: esta praça já foi c. de um massacre;

6 Derivação: por extensão de sentido: Conjunto do que se descortina à vista; panorama, paisagem, cena. Ex.: o c. da Marambaia é uma beleza.

Já, Ferreira[290], no Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa, em relação ao termo "cenário", aponta:

1. Conjunto dos diversos materiais e efeitos cênicos (telões, bambolinas, bastidores, móveis, luzes, formas e cores), que serve para criar realidade visual ou atmosfera

[289] Houaiss (2007)
[290] Ferreira (1995)

dos locais onde decorre a ação dramática; cena.

2. Lugar onde ocorre algum fato, ou onde decorre a ação, ou parte da ação, de uma peça, romance, filme, etc.

3. Panorama, paisagem.

De fato, "cenário" é uma palavra portuguesa, entretanto, por possuir uma raiz no latim arcaico, seus significados sofreram diversas nuances no tronco lingüístico. Por isso, os significados da palavra "cenário" sofreram nuances de significado entre os idiomas que a adotaram. Foi no inglês que a palavra ganhou seu significado pertinente ao campo da administração, pois *scenario,* em inglês, segundo o dicionário Collins Language Online Dictionary (www.collinslanguage.com), significa:

1. *Summary of the plot of a play or film* "Resumo do enredo de uma peça ou filme" [Trad. do autor]).
2. *Imagined sequence of future events* "Seqüência imaginada de eventos futuros" [Trad. do autor]).

O significado preciso da palavra "cenário" empregado no campo da administração e, conseqüentemente nessa pesquisa, é o significado coerente com o significado absorvido pelo inglês "*Imagined sequence of future events*", visto que não se incorporou, ainda, esse significado na língua portuguesa.

Carl Von Clausewitz, um estrategista prussiano, escreveu em 1830 a obra militar denominada "Da Guerra". Nesta obra assentam-se e se consolidam os principais aspectos da tradição militar ocidental. Nela não há um capítulo ou menção direta aos métodos de construção de cenários, mas como na obra de Sun Tzu, existem fatores que devem ser analisados baseados em uma análise ambiental.

No capítulo II da obra "Da Guerra" de Clausewitz, denominado "Elementos da Estratégia", o estrategista ocidental enumera quais são os fatores a serem considerados tendo em vista o planejamento militar:

> "As causas das condições no uso do engajamento estratégico podem ser convenientemente divididas em elementos de diferentes espécies, propriamente, a moral, a física, a matemática, a geografia e os elementos estatísticos. A primeira classe inclui tudo que se refere às qualidades e efeitos do mental e moral. Ao segundo pertence a magnitude da força militar, sua composição, proporção de armas, etc. O terceiro ao ângulo e as linhas de operação, movimentos concêntricos e excêntricos tão vastos quanto à natureza geométrica adquire nos valores calculados; para o quarto, a influência do terreno, assim como os pontos de comando, montanhas, rios, árvores, estradas; por último, o quinto, todos os elementos de suporte, etc." [292][Tradução do Autor].

[292] (CLAUSEWITZ, 1943, pg. 124)

É a partir desses cinco elementos que o estrategista deve imaginar e planejar a batalha. Clausewitz recomenda a análise individual dos aspectos para depois elaborar sua interação mútua, de grande complexidade.

Para Clausewitz o primeiro elemento está ligado às circunstâncias abstratas da guerra, a moral e os aspectos mentais.

No segundo aspecto estão as quantidades materiais. Na tradição estratégica oriental as variantes quantitativas possuem menor destaque, ao passo que para Clausewitz elas são fundamentais.

O terceiro aspecto da análise ambiental do estrategista prussiano refere-se aos ângulos e às linhas de operação. Surge a quantificação matemática e geométrica da análise ambiental.

O aspecto geográfico aparece na quarta posição, possuindo um paralelo possível com aquilo que Sun Tzu chamou de "terreno".

Por fim, ele enumera os elementos estatísticos que estão ligados ao suporte da batalha. É diferente de Sun Tzu que coloca como quinto elemento "A Doutrina" imposta ao exército. Embora as duas obras remetam à necessidade de organização interna do exército, essa organização se dá por meios completamente diferentes nos dois generais.

Em ambos os casos não há uma referência direta ou metodologia de construção especifica para cenários, mas sem dúvida pode-se notar nesses clássicos da estratégia

militar a gênese da análise ambiental e da construção de cenários prospectivos.[293]

O uso sistemático dos cenários, cujo método pode ser considerado científico, remonta a Segunda Grande Guerra. Nessa época, muito se pesquisou sobre o futuro da tecnologia nuclear, radares e telecomunicações, entretanto, ainda não havia uso de cenários no universo corporativo.

Na década de sessenta, a avaliação ambiental entrou em voga, e métodos de prospecção de cenários foram usados nas áreas de energia e mineração, conforme ilustram Tiley e Fuller[294].

Posteriormente, alguns acadêmicos valeram-se de tais técnicas para antever alguns comportamentos do mercado de energia pré-choques do petróleo, precisamente na década de setenta[295] [296].

Nesse contexto, os primeiros cenários foram classificados como sendo de "primeira geração". Os cenários de primeira geração caracterizaram-se como exploratórios, que buscavam fazer um mapeamento ambiental, ou seja, entender e refletir sobre as circunstâncias futuras sem o propósito de indicar estratégias de atuação. Posteriormente, "os cenários de segunda geração" deram um passo adiante, propondo, além do seu caráter ambiental-exploratório,

---

293 Segundo João Maurício Gama Boaventura [nos casos supracitados] não há uma variável fundamental para quem trabalha com cenários que é a questão do tempo. Falta uma lógica temporal nos estudos de cenários (pré-científicos) aqui apresentados.
294 Tiley e Fuller (2000, pg.154)
295 (HEIJDEN, 2004, pg.14)
296 (RINGLAND, 2006, pg.21)

uma provisão estratégica, ou seja, orientavam a ação, segundo Wack[297] e Georgantzas & Acar[298].

Nos anos oitenta, Ringland[299] escreve que houve um declínio no interesse pelo planejamento em vista da sua euforia nos anos setenta. A desilusão em relação ao uso de cenários na década de oitenta foi a falência da "promessa dos cenários" para essa década - que mergulhara em profunda recessão, contrariando as expectativas prospectadas.

Já no final da década de oitenta uma nova classificação é proposta, dessa vez analisando metodologias já consagradas pelo uso empírico. Os dois troncos metodológicos de construção de cenários foram devidamente descritos: os cenários que partem do presente para a construção do futuro e os que partem de futuros imaginados e reconstroem enredos até o presente. Nesse sentido, os cenários segundo Dreborg[300] possuem dois tipos de processo na sua elaboração, os de *forecasting* e os de *backcasting*.

Forecasting é um processo que parte do presente e atinge, através de métodos específicos, a elaboração de um ou vários cenários futuros. Portanto é a construção de cenários do presente para o futuro.

Backcasting, em oposição, é o nome de um processo de elaboração de cenários em que se imagina primeiro os

[297] Wack (1985, p. 78)
[298] Georgantzas & Acar (1995, p.29)
[299] Ringland (*op. cit.*, pg. 23)
[300] Dreborg (1996, pg. 814)

cenários futuros para em seguida refazer a seqüência de eventos e a lógica interna do futuro para o presente.

O final dos anos oitenta e início dos anos noventa foram anos de desenvolvimento e aprimoramento metodológico das técnicas de cenários. Pierre Wack[301] descreveu o método de Lógica Intuitiva. Também foi descrito o método de Impacto Cruzado. O primeiro foi desenvolvido na Shell e leva em conta o conhecimento de especialistas para sua elaboração. O segundo se configura como um método que avalia os efeitos intrínsecos entre as variáveis-chaves, dando aos cenários um caráter complexo e relacional.

Atualmente existem mais de uma dezena de métodos de elaboração de cenários. Para uma melhor compreensão desses métodos, o próximo tópico inicia a revisão de algumas tentativas de classificação dos métodos de construção de cenários, para então descrever aqueles tidos como os métodos principais.

Tipologia atual e lógica interna dos cenários

No tópico anterior descreveu-se de forma sucinta o surgimento dos métodos de construção de cenários através da sua cronologia histórica. Entretanto, por ter se difundido largamente do pós-guerra até o final do século XX, os métodos primordiais de elaboração de cenários sofreram adaptações, modificações e aprimoramentos acarretando no

[301] Wack (1985)

surgimento de mais de uma dezena de métodos derivados ao longo desse período.

Tendo em vista esta miríade de métodos de construção de cenários, algumas publicações contemporâneas procuraram organizar os cenários tipologicamente, ou ainda, segundo sua lógica interna. No importante artigo "*An Updated scenario typology*", publicado em 2003 na *Futures*, Notten *et al.,* organizam de forma clara a tipologia dos cenários até então criados.

O quadro abaixo coloca um resumo de uma classificação tipológica minuciosa de cenários, na qual divide os cenários em três grandes grupos de acordo com suas características temáticas. É uma classificação ligada às características morfológicas, como por exemplo, o fato do cenário ser exploratório ou de suporte à decisão. Outras duas categorias são postas, o estilo do processo de construção dos cenários e o seu grau de complexidade. O resumo da classificação tipológica segue abaixo:

Tipologia de cenários:

Temas gerais		**Cenário**	**Características**
A	Objetivo do projeto: exploratório ou de suporte à decisão.	I.	Inclusão de normas? Descritivo *versus* normativo.
		II.	Ponto de vantagem: *Forecasting versus backcasting*

		III	Tema: Baseado em assunto, baseado em área, baseado em instituição
		IV.	Escala de tempo: Longo prazo *versus* curto prazo
		V.	Escala espacial: Global, supranacional *versus* nacional/local
B	Estilo de processo	VI.	Dados: qualitativo versus quantitativo
		VII	Método de coleta de dados: Participatório *versus* pesquisa de gabinete
		VIII	Recursos: extensos ou limitados
		IX.	Condições institucionais: Aberta ou restrita
C	Conteúdo do cenário: complexo *versus* simples	X.	Tempo natural: (*claim*) assertivo ou instantâneo (*snapshot*)
		XI	Variáveis: Heterogêneas ou homogêneas
		XII	Dinâmico: Periférico *versus* tendencioso
		XIII	Amplitude de desvio: Alternativo *versus* convencional
		XIV	Grau de integração

Fonte: NOTTEN *et al.*, 2003, pg.426

Em 2005, Ron Bradfield, George Wright, George Burt, George Cairns e Kees Van Der Heijden publicaram na *Futures* um artigo denominado "*The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning*" (As origens

e a evolução das técnicas de cenários em negócios de planejamento à longo prazo) [trad. do autor] com o intuito de organizar os métodos de cenários surgidos até então.

Nesse artigo, explora-se o histórico do surgimento dos métodos de cenários a partir da tradição Francesa e Norte Americana do pós-guerra. Tais tradições de pensamento foram o gérmen dos métodos mais recentes de cenários, visto que ganharam ali seu caráter científico.

A tradição norte americana no desenvolvimento de cenários foi uma resposta às necessidades do Departamento de Defesa Norte Americano frente aos desafios de lidar com sistemas de armamentos complexos e sofisticados, principalmente porque a eficiência e a eficácia desse arsenal dependiam do grau de sofisticação dos armamentos dos exércitos inimigos. Surgiram então os métodos computacionais e a técnica de Delphi para tentar dar conta de tais problemas. Estes deram origem a duas escolas norte americanas de construção de cenários.

1. Escola da Lógica Intuitiva (*The intuitive logic school*) [trad. do autor]

2. Escola das Tendências Probabilísticas (*Probabilistic Modified Trends School*) [trad. do autor].

Enquanto isso, do outro lado do Atlântico, na França, um filósofo francês chamado Berger cria um método de construção de cenários para lidar com problemas de política pública, método esse que é aprimorado posteriormente por Godet. A escola (*La Prospective*) definiu métodos parecidos

com o da lógica intuitiva, embora mais sofisticados. Enquanto as escolas de cenário norte americanas tinham seus interesses voltados aos cenários geopolíticos e internacionais, a escola francesa se voltou aos problemas internos de seu país.

O Quadro abaixo ilustra os aspectos dessas três escolas que deram origem e classificam a grande maioria dos métodos de cenários vigentes partindo de uma perspectiva historiográfica:

Comparação dos aspectos mais importantes das três escolas de métodos de cenários:

	Lógica Intuitiva	***La Prospective***	**Método de Tendência Probabilística**
Propósito de trabalho do cenário	Múltipla, de uma situação sem necessidade de atividade e desenvolvimento estratégico associado até uma situação pró-ativa e antecipatória de adaptação e aprendizagem organizacional.	Usualmente associada com o desenvolvimento mais efetivo de atividades sem necessidade de ação mais voltadas para formulação de políticas e decisões táticas e estratégias em planos de ação.	De uma *once-off activity* à predição extrapolativa e avaliação política.
Perspectiva de Cenário	Descritiva ou normativa.	Usualmente descritiva podendo ser normativa.	Descritiva.

Escopo de atuação	Pode ser amplo ou restrito atuando do global ao regional. De país ou indústria para um foco específico.	Geralmente um escopo restrito, mas que considera uma vasta gama de fatores em sua análise.	Escopo restrito, focado na probabilidade e impacto de eventos específicos do histórico de tendências.
Horizonte anual	Amplitude: 3–20 anos.	Amplitude: 3–20 anos.	Amplitude: 3–20 anos.
Orientação Metodológica	Processo de orientação: Indutivo ou dedutivo, essencialmente subjetivo e qualitativo na aproximação, confiando em uma intuição disciplinada.	Processo de orientação: Direto e objetivo, quantitativo e analítico. com alguma subjetividade.	Processo de orientação direto e objetivo, quantitativo e analítico (com alguma subjetividade) fazendo uso de extrapolações baseadas em métodos computacionais durante a realização de previsões e simulações.
Natureza do time de participantes do cenário	Interna - Cenários desenvolvidos por um time de facilitadores da própria organização.	Combinação de alguns indivíduos-chave da própria organização com especialista externo que lidera o processo.	Externo - A elaboração dos cenários é conduzida por um especialista externo.
Praxe de	Cenaristas	Liderança de um	Liderança de um

especialistas externos	experientes projetam e facilitam o processo. É comum a consulta de pessoas luminares para catalisar novas idéias.	*expert* conduzindo o processo com suas próprias ferramentas para empreender uma análise compreensiva e determinar probabilidades e julgamentos sobre os resultados.	*expert* conduzindo o processo com suas próprias ferramentas e julgamentos a fim de identificar eventos futuros de alto impacto sem precedentes e suas probabilidades de ocorrência.
Ferramentas comumente usadas	Genéricas - *Brainstorm*, matrizes, sistemas dinâmicos e análises de *stakeholders.*	Próprias - (Micmac) e (Mactor) analysis, análise morfológica, Delphi, SMIC Prob-Expert, Multipol, avaliação multicriterial.	Próprias - Tendência de impactos e análise de impactos cruzados e simulações Monte Carlo.
Ponto de início do cenário	Uma decisão administrativa, problema ou área de interesse comum.	Um fenômeno específico ligado a uma preocupação comum.	Decisões e problemas que possuam dados temporais detalhados e confiáveis.
Identificação de forças motrizes	Intuição - Técnicas de *brainstorm*, análise de fatores de base, pesquisa e consulta com pessoas relevantes ligadas ao tema.	Entrevista com atores do fenômeno estudado e análise estrutural usando softwares sofisticados.	Traçado de curvas em séries históricas para identificar tendências e uso de opiniões de *experts* para criar uma base de dados dos potenciais futuros impactos sem precedentes.
Estabelecimento de	Definindo a lógica dos cenários como a sua	Matrizes de conjuntos de eventos prováveis	Simulações Monte Carlo para criar uma

palco do cenário	organização temática ou princípios (freqüentemente na forma de matrizes).	baseadas em variáveis-chaves para o futuro.	atmosfera de incerteza ao redor do cenário- base enquanto indicador principal.
Exercício de resultado do cenário	Qualitativo - Conjunto de cenários igualmente plausíveis no discurso narrativo apoiado por gráficos e alguma quantificação. Implicações, opções estratégicas e sinais de aviso incrementando o resultado.	Quantitativo e qualitativo - cenários múltiplos de futuros alternativos baseados em análises compreensivas que incorporam possíveis ações e suas conseqüências.	Quantitativo - Há um cenário base e cenários adjacentes baseados nos quartis estatísticos das séries temporais. Pode ser ilustrado com histórias curtas que ajudam a explicar o cenário.
Probabilidades ligadas ao cenário	Não, todos os cenários tem a mesma probabilidade.	Sim, a probabilidade da evolução das variáveis estão sob a suposição do comportamento dos atores envolvidos.	Sim, condiciona a probabilidade de ocorrência de eventos sem precedentes e de ruptura.
Número de cenários gerados	Geralmente de 2 a 4.	Variado.	Usualmente de 3 a 6, dependendo do número de simulações.
Critério de avaliação dos cenários	Coerência, clareza, consistência interna, estrutura analítica e lógica. Todos os cenários são igualmente plausíveis.	Coerência, clareza, consistência interna. Rigorosa estrutura matemática, Cenários plausíveis e verificáveis em retrospecto.	Cenários plausíveis e verificáveis em retrospecto.

Fonte: BRADFIELD *et all*, 2005, pg.807

É notável que nos últimos cinco anos, vários autores têm realizado um trabalho sistemático de ordenar e classificar os métodos de construção de cenários. As formas de classificação são diversas. Para Börjeson[302] essa classificação pode ser feita em três categorias e seis tipos. Os cenários podem ser preditivos, extrapolativos e normativos. Os cenários preditivos procuram antever eventos futuros, basicamente através de *forecasts* ou previsões baseadas em suposições a respeito de variáveis "e se acontecer o evento determinado?" Os cenários extrapolativos estão baseados em responder à pergunta: "o que pode acontecer?". Sobre essa reflexão os cenários se dividem em duas categorias: Os externos e os estratégicos. Os externos respondem sobre o que pode acontecer com fatores que ocorrem no ambiente estudado, sem propor ação, por outro lado, os estratégicos respondem "caso se aja de certa forma, o que acontecerá?". Por fim, os cenários normativos estão ligados ao atingir de metas. Eles se subdividem em cenários preservacionistas e transformadores. Os cenários preservacionistas buscam o cumprimento de um objetivo através do mínimo esforço possível. Já os transformadores trabalham de forma análoga aos cenários de *backcasting*, e se pressupõe que o objetivo futuro não será alcançado da forma com que se atua no presente. Cabe aos cenaristas, portanto, criar uma ruptura no curso dos eventos e decisões, a fim de construir um

[302] Börjeson *et al.* (2006)

caminho para se chegar lá. A tabela abaixo descreve em maiores detalhes a classificação proposta:

Resumo dos principais aspectos tipológicos dos cenários:

Categoria e tipo de cenário	**Quantitativo / Qualitativo**	**Escopo de tempo**	**Estrutura de sistema**	**Foco em fatores internos ou externos**
Preditivo - "o que irá acontecer?				
Forecasts	Tipicamente quantitativo, às vezes qualitativo.	Normalmente curto	Tipicamente um	Tipicamente externo
E se?	Tipicamente quantitativo, às vezes qualitativo.	Normalmente curto	De um à vários	Externo e, possivelmente, interno.
Explorativo "o que pode acontecer?"				
Externo	Tipicamente qualitativo, quantitativamente possível.	Normalmente longo	Normalmente severo	Externo
Estratégico	Qualitativo e quantitativo.	Normalmente longo	Normalmente severo	Interno sobre influência do externo

Normativo "como um certo objetivo pode ser alcançado"				
Preservacionista	Tipicamente Quantitativo	Normalmente longo	Um	Ambos, externo ou interno
Transformador	Tipicamente qualitativo com elementos quantitativos	Normalmente muito longo	Mudando, pode ser severo	Não aplicável

Fonte: BÖRJESON *et all.*, 2006, pg.723

Métodos de construção de cenários

Depois de expor a tipologia e a lógica interna da construção de cenários, serão descritos os métodos mais usados de construção dos cenários.

Durante esta revisão teórica, foram identificados dez métodos para construção de cenários na literatura, a saber: (1) SRI - Stanford Research Institute, (2) Análise Prospectiva, (3) Battelle Memorial Institute, (4) Comprehensive Situation Mapping, (5) Future Mapping, (6) Análise de Impactos de Tendências, (7) GBN - Global Business Network, (8) DSI - Decision Strategies International. Alia-se a estes nove o método de geração de variáveis-chaves de Boaventura, Costa e Fischmann, que

será utilizado nesse trabalho, descrito em detalhes no item 2.2.5

SRI - Stanford Research Institute

O modelo chamado de SRI foi desenvolvido pela Shell na década de setenta e emprega a lógica intuitiva no seu modelo de construção. Segundo Schwartz[303], o trabalho de planejamento de cenários ganhou novo fôlego com o resultado do trabalho de Pierre Wack da Shell. Pela primeira vez os cenários foram construídos para mudar a visão dos diretores de uma empresa. O foco mudou da prospecção de um futuro plausível para, na verdade, servir de base à reflexão estratégica. O sentido de se fazer cenários, com essa experiência da Shell, mudou. Pensar um universo de possibilidades se tornara mais importante que acertar uma previsão ou propriamente prospectar um futuro plausível. Para elaborar esse novo paradigma na construção de cenários, Wack dotou sua metodologia do que chamara de Lógica Intuitiva, que foi dividida em oito etapas:

1. Identificar a decisão estratégica principal;
2. Especificar as principais forças do ambiente local;
3. Identificar e analisar as forças motrizes;
4. Elaborar um ranking por importância e incerteza;
5. Selecionar e estabelecer a lógica dos cenários;

[303] Schwartz (1995, pg.21)

6. Detalhar os cenários;

7. Interpretar as implicações dos cenários; e

8. Selecionar os principais indicadores.

Wilson[304] descreve a idéia central desse modelo, de construção de cenários:

> [...] O modelo é intuitivo no sentido que constrói sobre impressões e asserções sobre a incerteza e possíveis declarações de pessoas que possuam conhecimento [...] Mas o modelo também é lógico, formal e disciplinado no seu trato com a informação, análise e estrutura com que realiza sua tarefa. [trad. do autor]

Para que esse modelo seja bem sucedido, Wilson[305] recomenda que não se construam muitos cenários durante o processo, pois se perde objetividade. O nome do cenário também deve ser sintético e denso de significado, além de criar cenários realmente criativos que quebrem o modelo mental pré-estabelecido.

Análise Prospectiva

O modelo de Análise Prospectiva é um modelo da escola francesa, criado por Michel Godet no final da década de

[304] Wilson (1998, pg.81)
[305] Wilson (*Ibden.*, pg.90)

setenta. O modelo foi aperfeiçoado na década de oitenta pelo *Conservatoire National des Arts et Métiers*, em Paris[306]. Essa abordagem usa a lógica do modelo de cenários desenvolvido pela DATAR em conjunto com as ferramentas criadas nos anos sessenta nos EUA de Impacto Cruzado e Análise de Impactos Tendenciais.

Godet[307] expõe que a idéia central do modelo é criar futuros totalmente diferentes do passado, visto que os problemas mudam muito depressa sendo essa velocidade por vezes maior que o alcance da capacidade de solucioná-los. Considera também que o futuro é indeterminado.

Entretanto a Análise Prospectiva visa apenas reduzir a incerteza e fazer com que se tomem decisões rumo a um futuro desejado.

Essa metodologia elabora cenários que servirão de ferramenta para tomada de decisões estratégicas.

As etapas de elaboração de cenários segundo esse modelo são:

1. Análise do problema e delimitação do sistema;
2. Diagnóstico da empresa;
3. Análise Estrutural;
4. Dinâmica da empresa no ambiente;
5. Cenários ambientais;

---

306 (GODET e ROUBELAT, 1996)
307 Godet (1993, pg. 22)

6. Identificação de Estratégias;
7. Avaliação de estratégias;
8. Seleção de estratégias; e
9. Planos de monitoração da estratégia.

Os principais objetivos da construção de cenários pela Análise Prospectiva são revelar e estudar as variáveis-chaves do ambiente, determinar os agentes fundamentais desse ambiente, descrever sob forma de cenários o sistema estudado e formular estratégias a partir de tais cenários.

Battelle Memorial Institute

A abordagem da Battelle é, na verdade, uma variação do método de Análise de Impacto Cruzado, que busca entender os efeitos complexos das variáveis ambientais, assim como suas inter-relações[308]. A idéia fundamental dessa metodologia é coletar dados e processá-los em um *software* (BASICS) para que se forme, a partir desses resultados, o esqueleto dos cenários a serem descritos.

A metodologia BASICS é composta de sete etapas, conforme mostram Huss e Honton[309]:

[308] (MILLETT, 1992, pg.22)
[309] Huss e Honton (1987, pg.26)

1. Definir a estrutura do assunto a ser pesquisado, incluindo unidades de medida, amplitude de tempo e escopo geográfico;

2. Identificar e estruturar as áreas de influência;

3. Definir os descritores, escrever o ensaio de cada descritor e atribuir probabilidades iniciais de ocorrência de cada estado dos descritores;

4. Completar a Matriz de Impacto Cruzado e rodar o programa BASICS;

5. Selecionar cenários para estudo mais detalhado e elaborar a narrativa dos mesmos;

6. Introduzir eventos de baixa probabilidade, mas com alto impacto, e conduzir uma análise de sensibilidade; e

7. Elaborar os futuros projetados nos cenários e avaliar suas implicações.

Entre as vantagens dessa abordagem, está a possibilidade de classificação dos cenários segundo sua probabilidade relativa de ocorrência e a possibilidade de análises de sensibilidade (das variáveis) visto que o rápido processamento em computador permite rodar muitas simulações em curto espaço de tempo.

Comprehensive Situation Mapping

O CSM - Comprehensive Situation Mapping é um método de geração de cenários desenvolvido por Willian Acar em 1983. Esse método combina as vantagens do mapeamento de métodos mentais com o uso de computadores. É especialmente eficaz no processamento de situações muito complexas visto que a análise das variáveis não se faz em partes, mas de forma integral.

Georgantzas e Acar[310] definem as etapas do método:

1. Fase divergente: Primeiro, a visão particular de cada tomador de decisão na circunstância estudada é coletada individualmente. Dessas visões são elaborados os primeiros esboços dos cenários.

2. Fase convergente: Nessa segunda fase, todos os envolvidos são reunidos para debater as diferenças, analisar as possibilidades e hipóteses na tentativa de encontrar consenso. A idéia é estimular a imaginação através da comunicação direta.

A grande vantagem desse método é o fato de aliar as nuances da percepção humana às técnicas computacionais, pois na medida em que dá liberdade para a criatividade na captação de modelos mentais, também cria diagramas através de funções matemáticas, permitindo uma avaliação abrangente e complexa na elaboração dos cenários. A fase

[310] Georgantzas e Acar (*Op. cit.*, pg. 144)

convergente, vale notar, proporciona uma análise holística da situação.

Future Mapping

O método de construção de cenários proposto pelo Future Mapping foi desenvolvido por David Mason e é uma técnica simples de construção de cenários se comparada às técnicas complexas de modelagem computacional. Segundo Mason[311], o Future Mapping tem características operacionais comuns à lógica intuitiva usada na SRI - Stanford Research Institute. O método prescinde de encontros de grupo coordenados por especialistas, nos quais, os executivos constroem os cenários a partir dos materiais de apoio fornecidos.

O método conta com as seguintes etapas, conforme aponta Mason[312]:

1. Criar imagens finais e eventos que conduzem a ela (de 100 a 180);

2. Definir cenário convencional;

3. Selecionar grupos para cada imagem;

4. Cada grupo escolhe os eventos que conduzem à imagem final;

5. Cada grupo apresenta seu cenário;

[311] Mason (1994, pg.8)
[312] Mason (*Op. cit.*, pg. 9)

6. Análise dos elementos comuns e divergentes;

7. Escolha da imagem final; e

8. Definição estratégica.

Mason[313] aponta entre as vantagens desse método para as organizações, o fato de haver a construção de uma seqüência de eventos clara no caminho a ser percorrido pela empresa rumo à imagem do cenário final, além de apontar claramente os eventos importantes para cada imagem final, possibilitando uma análise particular deles.

Análise de Impactos de Tendências

Esse método de construção de cenários teve início no Futures Group, uma empresa Americana que atuou na década de 70. Segundo Ringland[314] tal método se baseia na projeção de variáveis-chaves sobre as quais serão analisados os seus respectivos impactos.

O método, segundo o mesmo autor se divide nas seguintes etapas:

a) Preparação

1. Definição de foco; e

2. Identificação de forças motrizes.

[313] Mason (1998, pg. 110)
[314] Ringland (1998, pg.223)

b) Desenvolvimento

1. Elaboração de Cenários;

2. Escolha dos cenários alternativos; e

3. Projeções para cada cenário.

c) Apresentação

1. Documentação; e

2. Comprovação.

Segundo Bontempo[315], esse método se baseia em modelos econométricos e técnicas de análise computacionais. O uso de modelos quantitativos é importante para a formalização de hipóteses e para fase de documentação na elaboração dos cenários.

GBN - Global Business Network

O *Global Business Network* é um método semelhante ao SRI, visto que usa a lógica intuitiva na sua metodologia e tem uma origem comum em relação a esse outro método. Peter Schwartz trabalhava na SRI antes de propor o método GBN. As etapas do GBN, segundo Ringland[316], são:

1. Identificar o foco de decisão;

[315] Bontempo (2000, pg.150)
[316] Ringland (2006, pg.208)

2. Identificar as forças chave no ambiente local;
3. Eleger as forças motrizes;
4. Hierarquizar as forças por importância e incerteza;
5. Selecionar a lógica dos cenários;
6. Dar corpo aos cenários;
7. Implicações;
8. Seleção de indicadores e sinais.

O próprio autor que criara o método, Schwartz[317], alerta sobre a utilização do GBN, no sentido de que se tome cuidado com a elaboração de três cenários, uma vez que o intermediário é passível de ser visto como mais provável, quando isso não é necessariamente uma verdade. Diz também para que se evite atribuir probabilidades aos cenários. Uma atenção especial com os nomes deve ser tomada. A participação das esferas de decisão, pessoas com funções heterogêneas e criativas também é altamente recomendável.

DSI - *Decision Strategies International*

O DSI, *Decision Strategies International* é um método de construção de cenários que também nasceu na Shell, através do trabalho de Shoemaker. Como nos métodos que tiveram

[317] Schwartz (2000, pg. 204)

suas origens ligadas à Shell e ao pioneirismo de Pierre Wack, baseia-se na lógica intuitiva para elaboração dos seus cenários. Entretanto, parte-se de uma classificação inicial sobre as variáveis-chaves das quais se têm algum conhecimento e as que são incertas. O processo do DSI, de acordo com Shoemaker[318], passa pelas seguintes etapas:

1. Definição de Escopo;
2. Identificação dos *Stakeholders*;
3. Identificação das tendências básicas;
4. Identificação das incertezas-chave;
5. Construção de cenários forçados;
6. Checagem de consistência e plausibilidade;
7. Desenvolvimento de cenários de aprendizagem;
8. Identificação de necessidade de pesquisa;
9. Desenvolvimento de métodos quantitativos; e
10. Seleção de cenários de decisão.

Um aspecto interessante dessa metodologia está no fato dela possuir uma etapa de verificação de consistência dos cenários; em relação ao escopo e prazos abordados, entre os estados finais das incertezas assumidas e às posições tomadas pelos *stakeholders*[319]. Outra nota importante reside no

[318] Shoemaker (1993, p. 28)
[319] (SHOEMAKER, 1995, pg.29)

significado do tópico 7 - cenários de aprendizagem. Além de Shoemaker, Schwartz e Olgivy apontam que "Cenários são também uma ferramenta de aprendizagem para investigação em diversas áreas de risco e oportunidade..."[320]. Isso significa dizer que construir cenários é um exercício importante de pensamento exploratório sobre os mais diversos assuntos e pode ser utilizado para que uma organização aprenda a respeito do comportamento de um mercado, sobre a cultura política de um país ou ainda sobre o futuro de uma tecnologia de comunicação. Portanto, é possível usar a técnica de cenários e sua análise ambiental para que se acumule conhecimento sobre um assunto que seja pertinente para uma organização, caracterizando essa atividade como elaboração de cenários de aprendizagem.

Método de Boaventura, Costa e Fischmann

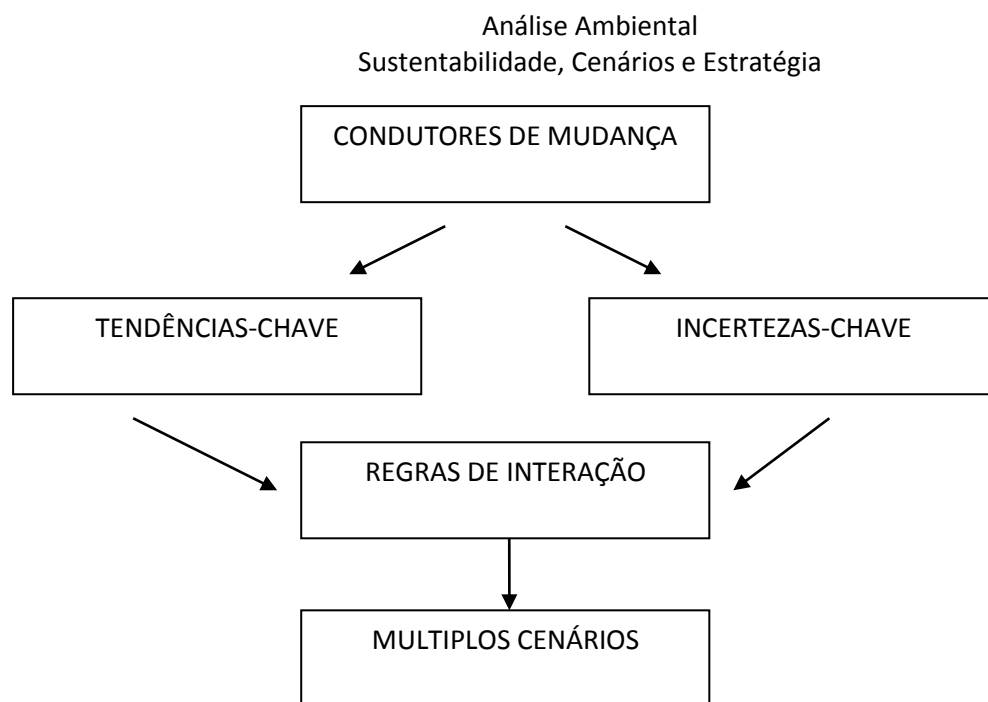
Considerando os métodos já descritos, torna-se evidente que existem elementos básicos para construção de cenários independente do método abordado. É cabível, assim, assumir que tais elementos sejam comuns a vários métodos - inclusive nos descritos anteriormente. Um dos elementos fundamentais na elaboração de cenários, ao analisarmos os diversos métodos, é a análise das tendências e incertezas

[320] (SCHWARTZ e OLGIVY, 1998, pg.59)

ambientais, ou seja, as variáveis-chaves do processo de elaboração de cenários, conforme ilustram Boaventura[321]:

> [...] Nota-se que diversos modelos de cenários incluem uma análise do ambiente em seu processo, procurando descrever como os componentes do ambiente poderão se comportar no futuro. Exemplo disso pode ser encontrado nos modelos: SRI - Ringland ; GBN - Schwartz; *Future Mapping* - Mason e Battelle, Huss e Honton; Análise Prospectiva - Godet; *Comprehesive Situation Mapping* - Georgantzas e Acar[322] e Análise do Impacto de Tendências - Ringland (1998, p. 223). [...] É válido, portanto, abordar o conceito de tendências e incertezas como variáveis necessárias para construção de cenários.

Shoemaker[323] apresenta uma figura que ilustra a maneira pela qual as tendências e incertezas influenciam na construção dos cenários, conforme ilustra a figura abaixo:

[321] Boaventura *et al.* (2008, pg.89)
[322] Ringland (1998, pg. 248); GBN - Schwartz (2000, p.200); *Future Mapping* - Mason (1994, p.8) e Battelle, Huss e Honton (1987, pg.26); Análise Prospectiva - Godet (2000, pg.27); Georgantzas e Acar (1995, p.306)
[323] Shoemaker (*Op. cit.*, pg.35)

Condutores de mudança
Fonte: SHOEMAKER, 1995, pg. 35.

As tendências e incertezas, portanto, configuram o cerne das metodologias de construção de cenários. É a partir do possível comportamento das variáveis-chaves que o cenarista elabora os roteiros futuros. Boaventura[324] enfatiza que "a determinação das variáveis-chaves compreende uma etapa crítica na elaboração de cenários, pois estas, a princípio, devem permitir a definição de cenários de contraste". Entenda-se por cenários de contraste os diferentes cenários que se formam à medida que se alteram as variáveis-chaves. Torna-se claro entender a importância do contraste entre os cenários quando se atenta para o fato

[324] Boaventura *et al.* (2008, pg. 91)

de que caso não haja tais diferenças, possíveis mudanças no ambiente que afetam potencialmente a empresa podem estar sendo desconsideradas. Ou seja, corre-se o risco de que sejam construídos cenários muito próximos ou equivalentes, quando na verdade o ideal é que eles sejam diversos e contrastantes.

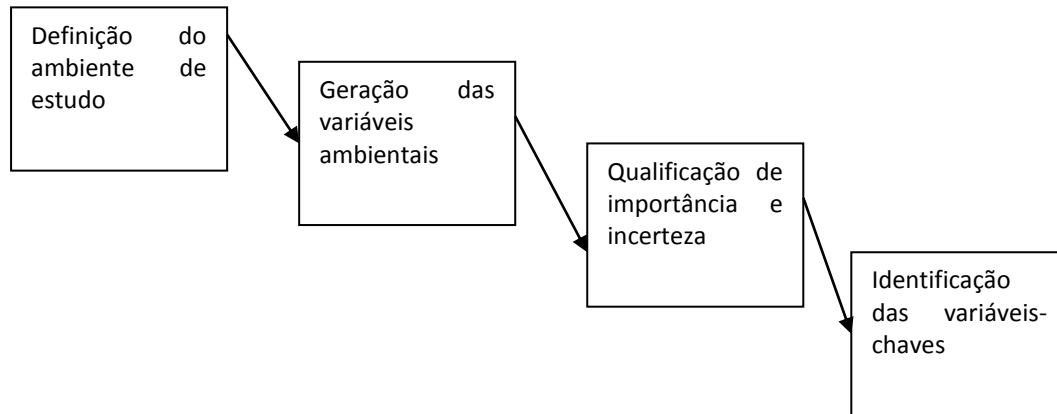
Tendo em vista tais aspectos, surge naturalmente a indagação de como se torna possível encontrar as variáveis-chaves durante a elaboração de cenários. Na verdade, o ambiente de uma organização é um sistema influenciado por *stakeholders*. Portanto, nada mais apropriado que considerar as possibilidades de ação destes *stakeholders*. Descobrir quais são as variáveis-chaves do sistema passa por investigar quem são os *stakeholders*, e quais os especialistas que os conhecem a fundo, visto que eles poderão, através de questionários, fornecerem ao cenarista os elementos para identificar as variáveis-chaves e atribuir a elas suas devidas relevâncias.

Embora a identificação dos *stakeholders* não seja suficiente para o conhecimento do ambiente, ela é um caminho para que isso ocorra. A técnica de análise de *stakeholders* foi descrita por Mitrof e Emshoff[325] [326].

Baseados na técnica de análise ambiental através da identificação dos *stakeholders,* Boaventura[327] propuseram um método para se encontrar as variáveis-chaves de um ambiente estudado, levando em consideração o processo de *stakeholder analysis*.

---

[325] Mitrof e Emshoff (1979, pg.6)
[326] Mitrof e Emshoff[326] (1979, pg.6)
[327] Boaventura, Costa e Fischmann (2008)

O processo consiste em quatro etapas fundamentais:

Estrutura do método proposto.

FONTE: BOAVENTURA *et al.*, 2008, pg. 91.

As etapas para identificação das variáveis-chaves podem ser resumidas na seguinte seqüência:

1. Definição do campo de estudo;
2. Geração das variáveis ambientais;
    a) Método de coleta de dados;
        i. Entrevista a especialistas para enumeração de *stakeholders*;
            1. Técnica de entrevista em profundidade;
    b) Método de avaliação das variáveis - classificação;

i. Entrevista com especialistas para avaliação das variáveis;

1. Entrevista estruturada com especialistas;

3. Construir quadro de *stakeholders* e variáveis;

4. Qualificação de importância e incerteza;

c) Uso de escala (-5, a 5);

d) Construção de matriz de importância e incerteza;

5. Identificação das variáveis-chaves;

e) Cálculo da matriz influência-dependência;

i. Consulta aos especialistas para quantificar a influência e dependência; e

f) Construir gráfico de identificação de variáveis-chaves e tabela de orientação de roteiros dos cenários.

A definição do ambiente de estudo se dá por recorte de um objeto a ser investigado. É necessário que se defina a abrangência geográfica do estudo, o setor da economia e a indústria a que pertence e o horizonte de tempo dos cenários a serem prospectados.

A partir da definição desse objeto, é necessária a realização da identificação dos *stakeholders* que influenciam o ambiente no qual o objeto de estudo está inserido. As informações a

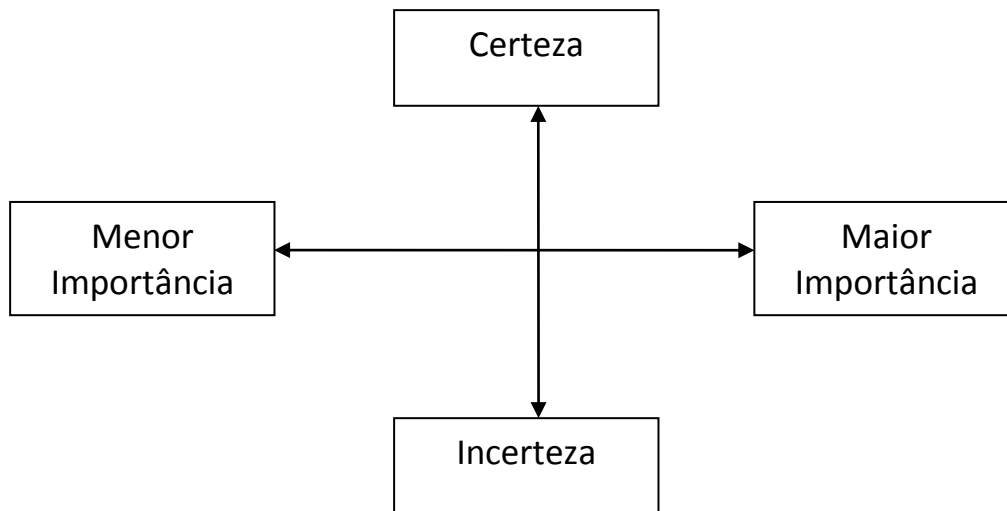
respeito dos *stakeholders* são obtidas através da consulta aos especialistas, descrita no item 4.2.1.

Em seguida, faz-se necessário identificar as variáveis ambientais.

Os especialistas são entrevistados, tendo como base os *stakeholders* identificados, quando, através de entrevistas em profundidade e entrevistas estruturadas, informações coletadas dão origem às tabelas que enumeram as variáveis ambientais.

O passo seguinte é qualificar as variáveis ambientais. Para tanto, entra no estudo a primeira análise de qualificação das variáveis ambientais, segundo sua importância e incerteza. Isso porque é através da qualificação da importância ou incerteza da influência de uma variável que se poderá definir a forma com a qual as variáveis-chaves interferirão nos futuros cenários. Mais uma rodada de questionários é realizada, na qual uma escala de importância e incerteza é aplicada.

A qualificação da importância e da incerteza se faz com a plotagem das informações em um gráfico que foi mostrado em Mitroff e Emshoff[328]:

[328] Mitroff e Emshoff (1979, pg.9)

Matriz de Importância e Incerteza
FONTE: MITROFF e EMSHOFF, 1979, pg.9.

Depois de marcar os pontos representativos das variáveis no gráfico acima descrito, traça-se uma reta perpendicular ao eixo de importância que cruza o ponto definidor do terceiro quartil da esquerda para direita, separando os pontos descartados (à esquerda) dos pontos selecionados (à direita). Assim, determinam-se as variáveis ambientais segundo sua importância e incerteza. Então, faz-se necessário identificar quais são as variáveis-chaves do sistema.

Para identificar as variáveis-chaves do sistema são necessárias mais duas etapas. Primeiro, é preciso determinar quais são as variáveis dependentes ou influentes do sistema. Depois, é preciso quantificar tais características e aplicá-las em uma matriz de influência e dependência.

A identificação de variáveis influentes ou dependentes se dá pela aplicação de um questionário aos especialistas. Isso é feito através da comparação cruzada entre os pares possíveis das variáveis. Assim, especialistas são novamente consultados, desta vez sobre a influência e dependência mútua das variáveis selecionadas na etapa anterior.

Em relação ao número de outras variáveis que uma variável específica condiciona - através da comparação entre pares de variáveis - são atribuídos pontos para essa variável. O mesmo se dá para características de dependência. Chega-se à etapa conclusiva da identificação. Com base nos valores obtidos e normalizados das variáveis, plotam-se os pontos numa matriz de influência e dependência. Boaventura[329] utilizam em seu método uma matriz de influência e dependência proposta por Godet:

[329] Boaventura, Costa e Fischmann (2008)

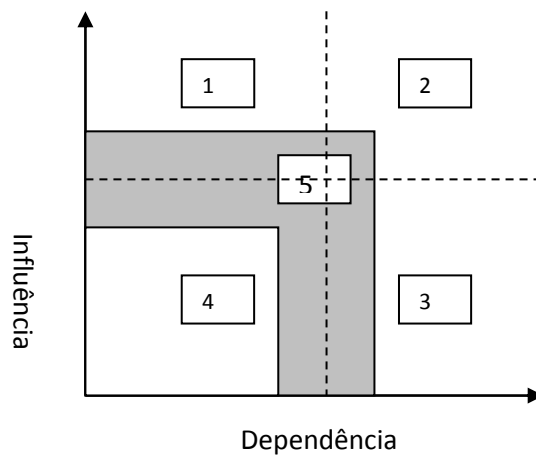



Gráfico Influência e Dependência
FONTE: GODET, 1993, p.95.

Segundo Godet[330], o setor 1 representa baixa dependência e alta influência, pertencendo a este setor as variáveis que condicionam o resto do sistema. O setor 2 representa as variáveis de transmissão, de grande dependência e influência, instáveis por natureza. O setor 3 representa as variáveis resultantes, de baixa influência e alta dependência, condicionadas pelos setores 1 e 2. O setor 4 representa as variáveis a serem excluídas por não se relacionarem com resto do sistema. O Setor 5 representa as variáveis de meio-termo, variáveis sobre as quais não se pode afirmar nada a princípio.

Depois de plotadas no gráfico de influência e dependência, finalmente as variáveis-chaves são identificadas e descritas

[330] Segundo Godet (*Ibdem*, pg.99)

cabendo ao profissional selecioná-las em função de dois atributos: sua alta influência no sistema e sua baixa dependência de outras variáveis, ou seja, as variáveis situadas no setor (1) do gráfico de influência e dependência. Essas variáveis darão origem a uma tabela em que se descreve o nome da variável, suas características e sua categoria (tendência ou incerteza). Com base nessa tabela os roteiros dos cenários são escritos, levando em conta tais variáveis como o esqueleto dos enredos.

As combinações de realização de tendências com a alternação do comportamento das incertezas dão origem a vários cenários. É, portanto, das combinações possíveis dessas tendências e incertezas que eles são construídos. Os critérios para escolha das combinações que darão origem aos enredos finais dependem de sua plausibilidade, originalidade e propósito de uso dos cenários esperados.

A elaboração de cenários e enredos para os cenários

As variáveis-chaves são o cerne, o núcleo da tarefa de construção de cenários. Uma vez identificadas, o cenarista pode trabalhar com as variáveis-chaves e variáveis dependentes para matizar uma miríade de enredos para os cenários.

Schwartz e Olgivy mostram de forma sucinta dois métodos cabíveis para transformar variáveis-chaves em enredos, um

com enfoque indutivo e outro com um enfoque dedutivo. No enfoque indutivo deve-se partir de perguntas diretas sobre o comportamento das variáveis-chaves para que se imaginem os eventos mais significantes para o futuro. Estimulando a criatividade, as respostas a essas perguntas diretas e desafiadoras - posto que devem questionar o comportamento das variáveis-chaves incertas - comporão o enredo junto com as variáveis-chaves de tendências já identificadas. Outro processo indutivo mencionado é aquele que elege um "futuro oficial" como ponto de partida. Ou seja, constrói-se um futuro considerando-se que as variáveis-chaves se comportarão tal qual se imagina no presente. Extrapolando-se o presente, sem rupturas ou mudanças bruscas, encontrar-se um estado futuro "previsto", "normal". Feito isso, começa-se a questionar o que poderia se desviar dessa referência futura "padrão". Daí surgem os diversos cenários prospectados. Ou seja, tal exploração dos cenários deve ser feita alternando o comportamento das variáveis incertas que compõem o "futuro ideal".

Os autores também mostram outra maneira de construir cenários e enredos, dessa vez a partir de um método dedutivo. Nesse método elegem-se duas variáveis-chaves e a partir delas deduzem-se quatro estados futuros plausíveis.

A ideia central é priorizar um par de variáveis-chaves e suas incertezas críticas referentes. As duas variáveis mais importantes são colocadas numa matriz 2 X 2, e abaixo delas as variáveis dependentes, dando a base para construção do enredo. Os autores enumeram algumas

razões pelas quais crêem que o método dedutivo tem vantagens sobre o método indutivo:

> "Existem algumas vantagens de construir cenários a partir de uma matriz. Primeiro, usando uma matriz assegura-se que os cenários serão qualitativamente diferentes do ponto de vista lógico, sem serem aleatórios. Segundo, assegura-se que as variáveis escolhidas pelos cenaristas irão ser os *drivers,* os motores em todos os cenários da matriz"[331].

Aparentemente, existe outra vantagem de se trabalhar com matrizes de variáveis-chaves. Com essa metodologia o cenarista pode tomar a "cesta" de variáveis-chaves encontradas e trabalhar pares de variáveis em diversas matrizes, conforme a necessidade das circunstâncias. Isso tende a organizar o trabalho do cenarista e evitar um erro comum e perigoso que é incluir muitas variáveis simultâneas e perder a lógica interna dos cenários visto que a complexidade aumenta exponencialmente a cada variável inclusa. Nesse caso é melhor construir cenários com menos variáveis, mas que sejam mais consistentes, do que construir cenários infinitamente complexos cuja coerência se perdeu no processo de criá-los.

A figura a seguir ilustra o método hipotético para a cenarização do setor vinicultor na Califórnia empregado pelos autores:

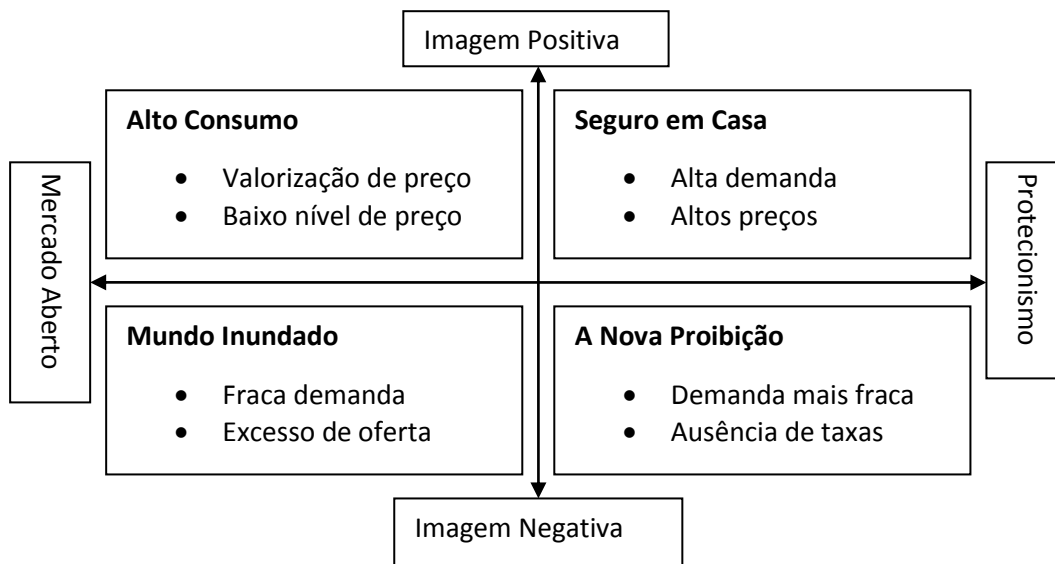
[331] (SCHWARTZ e OLGIVY, 1998, pg. 66)

Variáveis selecionadas:

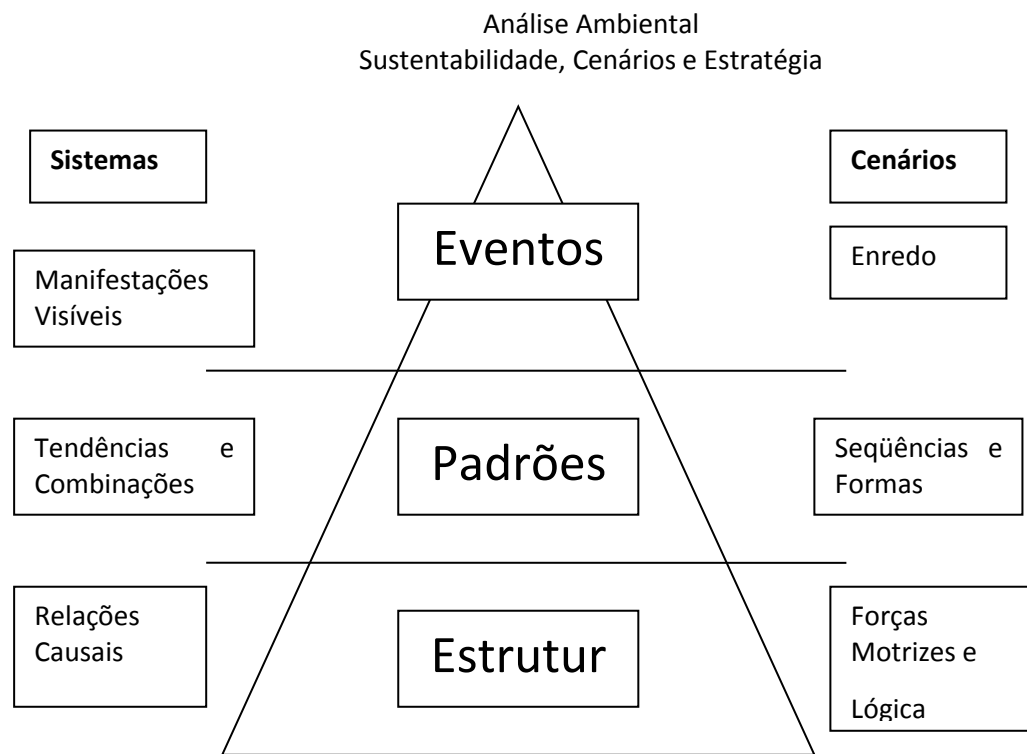
- Política regulatória
- Imagem do vinho e valores dos consumidores

Implicações:

- Mais Lobby
- Organização dos produtores
- Monitoramento dos principais indicadores

Futuro da Indústria de vinho na Califórnia
FONTE: SCHWARTZ e OLGIVY, 1998, pag. 65

Entretanto, não basta apenas construir as matrizes. É preciso elaborar os enredos. Uma matriz como essa é apenas a base para roteirização. Embora pareça simplista trabalhar a partir de duas variáveis-chaves para criação de cenários, quando se começa a imaginar os desdobramentos dos quadrantes da matriz no tempo futuro, considerando ainda outras variáveis dependentes, nota-se a riqueza que desse método pode-se extrair.

O processo de aprofundamento nas matrizes para se fazer a roteirização segue o método do *Iceberg* de Peter Senge[332], conforme ilustram Schwartz e Olgivy[333]:

[332] Peter Senge é especialista em aprendizagem organizacional. Propôs o modelo do *Iceberg*, citado por Schwartz e Olgivy. Ver: **The Fifth Discipline**: The art and practice of the learning organization, Doubleday, New York, 1990.
[333] Schwartz e Olgivy (1998. pg. 68

Modelo do *Iceberg*
SCHWARTZ e OLGIVY, 1998, pag. 68

As narrativas são construídas com início, meio e fim depois de identificadas as forças motrizes, os padrões de comportamento e os eventos decorrentes. As forças motrizes devem ser pensadas em termos de relações causais. As tendências e combinações dessas relações devem dar origem às seqüências e formas. As seqüências e formas originam manifestações visíveis e essas o enredo. Há uma progressão que segue a forma da pirâmide: Estrutura, padrões e eventos.

Segundo os autores, um erro comum que deve ser evitado é descrever o futuro de uma maneira estática, ou seja, como uma imagem fixa no tempo, a descrição dos eventos em uma data. Ao invés disso, deve-se descrever a sucessão dos fatos necessários para que se chegue num determinado estado futuro. Nesse aspecto, o caminho dos fatos é mais importante do que a simples descrição estática de um estado futuro. Construir uma descrição estática pode ser simplista. Relacionar essa descrição a um encadeamento lógico e plausível ao longo do tempo é o desafio do cenarista.

Aspectos contemporâneos sobre os métodos de construção de cenários

Atualmente os métodos de construção de cenários ganharam novos escopos de análise, não apenas nas técnicas utilizadas para minerar as forças motrizes do sistema social em que formam o seu arcabouço, mas principalmente, foram aprimorados naquilo que tange sua consistência. Há consenso entre os intelectuais da administração e da sociologia que depois da década de oitenta as mudanças sociais tornaram-se mais turbulentas e os processos sociais com maior grau de ruptura nas suas características intrínsecas. Naturalmente, os métodos de construção de cenários evoluíram junto com essa nova configuração temporal.

Um importante aspecto na evolução dos métodos de construção de cenários foi justamente a ampliação do escopo de utilização. Ou seja, se no início os cenários tinham um caráter puramente militar, e depois da Segunda Grande Guerra ganharam sua aplicação no mundo corporativo, atualmente os métodos de construção de cenários se espalharam por áreas diversas, que vão desde os aspectos ambientais (no sentido ecológico do termo) até os cenários políticos e sociológicos.

Os cenários ganharam uma aplicação humanística e social colaborando para o enfrentamento de problemas éticos, principalmente em países do mundo em desenvolvimento onde faltam dados e estudos que embasem a tomada de decisão por parte de organismos internacionais que visam o desenvolvimento humano.

Sua aplicação sofreu uma ampliação de escopo, atendendo demandas na área de educação, saúde, saneamento básico, resolução de conflitos culturais ou territoriais além da formulação de políticas de Estado.

Os cenários, segundo essa percepção humanística estão se tornando métodos interdisciplinares, envolvendo administração, sociologia, história, matemática, economia entre outras.

Masini[334], resumem a idéia conforme segue:

> Neste sentido, os cenários permitem o estabelecimento de comunicação entre pessoas que não

[334] Masini e Vasquez (2000, pg. 51)

> se entendem umas às outras, identificando atores e objetivos no sentido de compreender as raízes dos conflitos e fazer surgir de forma criativa soluções compartilhadas [...] eles constituem um exercício interdisciplinar e multicultural.

O caráter decisório nos cenários, ou seja, seu perfil enquanto ferramenta para tomada de decisão ganhou corpo nesta década. Chermack[335] coloca o processo de elaboração de cenários como a construção de histórias por elas próprias. Isso tem implicações importantes, principalmente na liberdade com que essas histórias se desenvolvem, liberdade essa que constitui justamente o valor criativo, a multiplicidade e o reconhecimento de aspectos não evidentes do ambiente analisado pelos tomadores de decisão das organizações.

Nesse sentido, a ciência de se fazer cenários aprimorou não somente os métodos de construção de futuros plausíveis, mas também o processo de tomada de decisão dentro das organizações. Dentro do longo processo de planejamento, para esse autor, quando se envolve um método de elaboração de cenários ocorrem quatro fenômenos interessantes ligados à tomada de decisão.

Primeiro, há a diminuição do que o autor chama de "limitação de racionalidade presa". Ou seja, as pessoas envolvidas tendem a não se prenderem aos seus modelos mentais pré-estabelecidos, dando à organização uma visão mais rica e diversa do caso estudado.

[335] Chermack (2004)

No processo de elaboração de cenários, em segundo lugar, pode-se observar uma melhor consideração sobre fatores exógenos e endógenos das variáveis que estão sendo consideradas pela organização. Isso se torna evidente visto que as variáveis prospectadas para elaboração dos cenários passam a ser consideradas por diversos especialistas, e consequentemente por perspectivas diferentes, dando à organização um panorama aperfeiçoado dos fatores internos e externos.

Em terceiro lugar o autor postula que há uma redução da "aderência" das informações e um melhor uso da "fricção" entre as ideias. Ou seja, elas ficam mais soltas nas dinâmicas de elaboração dos cenários e fluem com maior facilidade pela organização, diminuindo o "custo de comunicação" entre os especialistas. Como consequência ocorre uma fricção entre as idéias dos especialistas, fato salutar visto que esse atrito reduz a probabilidade de erros, conforme Chermack[336] coloca:

> O planejamento de cenários é uma ferramenta para redução do custo de transferência de comunicação e incremento na fricção entre conhecimentos organizacionais dos tomadores de decisão. Ao reduzir o custo de transferência de informação, em tese, as decisões podem ser mais eficientes e eficazes. Ao incrementar a fricção entre as ideias dos tomadores de decisão, pequenos erros podem ser evitados e novas

[336] Chermack (2004, pg. 304)

perspectivas podem ser adicionadas, que trazem outra visão e podem ser revistas[337] [Trad. do autor].

Finalmente, este autor descreve como efeito da elaboração de cenários no processo decisório o fato dos cenários alterarem os modelos mentais no que tange as premissas dos tomadores de decisão. Aqui, revela-se um aspecto profundo do exercício de construção de cenários.

Mais um passo adiante na evolução dos métodos de construção de cenários pode ser visto no aumento do seu grau de sofisticação para com a validade dos resultados. Claro, se os cenários ganharam aprimoramentos conceituais no que tange sua validade decisória, é natural que se perguntasse: Mas os cenários são válidos para que se tomem decisões estratégicas sobre eles? Além de poder ser concebido como uma ferramenta de suporte à prospecção é licito perguntar em que medida os métodos de construção de cenários podem ser tidos como ferramentas à formulação decisões de escopo estratégico. Postma e Liebl[338] tratam dessa questão partindo do pressuposto que nesse novo ambiente é comum o surgimento de paradoxos na análise ambiental durante a elaboração de cenários. Junto a tais paradoxos os autores também enunciam que "pontos cegos" na análise ambiental são encontrados.

Ora, se existem paradoxos e pontos cegos no processo de construção de cenários dada à turbulência de nosso tempo, como tornar os métodos de construção de cenários uma ferramenta de decisão estratégica, que obviamente não

[337] (CHERMACK, 2004, pg.304)
[338] Postma e Liebl (2005)

pode ignorar tais paradoxos e "pontos cegos" de forma leviana?

Para os autores Postma e Liebl[339] podem-se minimizar tais "pontos cegos e paradoxos" através de três procedimentos:

> Em um primeiro procedimento sugerido trocam-se os elementos dos cenários (forças) por tendências básicas no desenvolvimento dos cenários. Convencionalmente, aglomerados de tendências são meramente representados implicitamente por alternativas de elementos valorados. Para se criarem cenários mais elucidativos poder-se-ia recombinar os aglomerados de tendências assumindo que ocorram simultaneamente. Isso traria à tona possíveis paradoxos entre as tendências estabelecidas no processo de valoração das variáveis.
>
> Segundo, pode-se formular cenários alternativos introduzindo "*wild cards*", "fatores selvagens", que são pouco usuais e podem trazer um aspecto de ruptura no cenário base, livre de surpresas.
>
> Terceiro, [...] durante o processo de análise de impacto cruzado e análise de inconsistência, introduz-se elementos que pareçam ser de desenvolvimento paradoxal. [...] numa matriz de impacto cruzado ou de consistência que indicam baixa probabilidade/alta

[339] Postma e Liebl (2005, pg.162)

inconsistência são mudadas em alta probabilidade/alta consistência, respectivamente[340]. [Trad. do Autor]

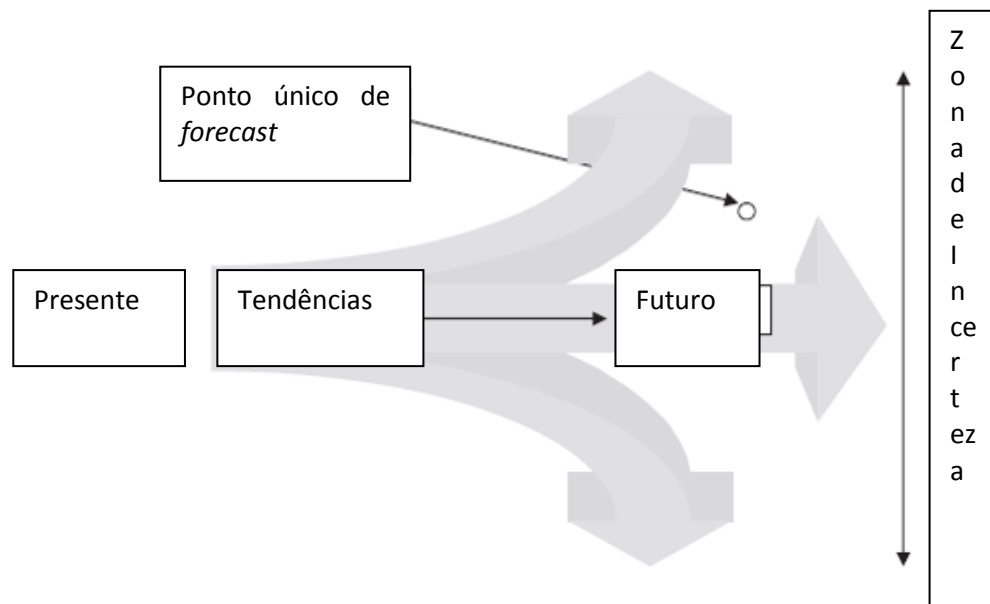
Com esses procedimentos, o cenarista pode lidar de forma mais adequada com a turbulência e os paradoxos da sua análise, o que é imprescindível para tornar um método de construção de cenários num modelo de apoio à decisão estratégica no início século XXI.

Outra questão fundamental sobre a validade da construção de cenários reside na análise de sua consistência, ou seja, passou-se a testar a consistência dos resultados como um todo. Boaventura e Fischmann propuseram isso no artigo "*Is your vision consistent? A method for checking, based on scenario concepts.*", publicado na revista *Futures* em 2008.

A primeira conceituação que o artigo traz está na idéia de visão, que congrega tanto a configuração futura desejada pela organização quanto para o ambiente externo. Da articulação entre tais aspectos surge uma visão de futuro. Dentro dessa análise encontram-se tendências e incertezas e forças motrizes que condicionam o presente. Tais forças são de naturezas diversas, sendo que algumas são variáveis-chaves, ou seja, são variáveis que condicionam o sistema.

A partir da amplitude das incertezas e tendências cria-se uma zona de cenários possíveis, sendo que um cenário é um ponto ao longo dessa área de possibilidades. Entretanto,

[340] Na construção de cenários para o futuro do clima seriam inseridas variáveis paradoxais. Algumas variáveis tidas como improváveis são tratadas como sendo prováveis para gerar cenários mais ricos. Um exemplo poderia ser descrito da seguinte forma: Em um cenário sobre o clima do planeta poder-se-ia assumir contra a probabilidade dos acontecimentos o aumento da cobertura vegetal do planeta, ao invéz de sua diminuição. Isso traria cenários mais diversos.

nem todos os cenários são plausíveis ou desejáveis. De fato, há uma sobreposição de três conjuntos de resultados. Os cenários desejados, os cenários plausíveis e os cenários possíveis.

Zona de incerteza
Fonte: BOAVENTURA, 2008, Pg.600

O método proposto visa analisar dois aspectos. Checar o conteúdo dos cenários, relacionando as variáveis-chaves à visão de futuro de uma organização que participa desse ambiente e a consistência da relação entre essas variáveis em uma matriz que avalia a possibilidade de coexistência entre elas. São testadas as incongruências e consistência das asserções com fim de validar os cenários construídos.

O artigo "*Is your vision consistent?*"[341] traz uma aplicação prática dessa ferramenta de análise de consistência feita no setor de automação comercial, e conclui que o método é operacionalmente viável.

Cenários futuros em Biotecnologia: Etanol celulósico no Brasil

Biocombustíveis no Brasil

O uso de fontes renováveis de energia nos remonta ao controle pleno do fogo pelo *homo ergaster* no pleistoceno médio. A dendroenergia (lenha) foi a primeira fonte de energia armazenável usada pela humanidade. Posteriormente, os óleos vegetais e o álcool foram descobertos e usados por diversas culturas há mais de cinqüenta séculos. As fontes energéticas renováveis geraram luz e calor, cozeram alimentos, serviram de base para atividades metalúrgicas e processos produtivos pré-industriais por milhares de anos. Entretanto, seu uso foi

[341] (Boaventura e Fischman, 2008)

majoritariamente substituído a partir do século XVIII nas civilizações industriais por fontes energéticas fósseis. Isso se deu de forma mais acentuada após a invenção dos motores à combustão. Nos séculos subseqüentes aumentou-se o consumo de fontes fósseis de energia de forma exponencial e, atualmente, os combustíveis fósseis são os combustíveis mais largamente empregados por nossa civilização[342].

Entretanto, nos últimos trinta anos, o uso dos combustíveis fósseis passou a ser questionado pela comunidade científica por estar ligado a problemas de escassez, ambientais e geopolíticos. Nesse contexto, os combustíveis renováveis ganharam uma nova dimensão de utilidade e passou-se a considerar novamente a sua adoção, desta vez como matriz energética em sociedades industriais[343].

Tal releitura dos combustíveis renováveis como fonte energética de larga escala para uso em sociedades industrializadas possui um notório exemplo, observável no caso brasileiro. Nas décadas de setenta e oitenta o Brasil sofreu com as duas crises do petróleo, na medida em que os preços do barril subiram mais de 300%. O Brasil era forte importador de petróleo e tal aumento ocasionou um rombo na balança de pagamentos nacional. Dadas as condições geográficas serem favoráveis para se produzir cana-de-açúcar, insumo primário da produção nacional de etanol, o governo brasileiro, frente aos choques do petróleo, vislumbrou a possibilidade de se produzir etanol,

[342] (LEITE 2005, pg. 15)
[343] (SACHS, 2005)

principalmente no interior de São Paulo, para substituir a gasolina por álcool sob a forma de combustível veicular[344].

O programa paulista de biomassa se tornou o maior programa de energia renovável do mundo (em jaules de energia produzida). A conquista dessa magnitude no uso da energia renovável foi fruto da liderança brasileira na tecnologia de primeira geração de produção de etanol (tecnologia tradicional de fermentação do caldo da cana-de-açúcar)[345].

Entretanto, com o avanço da ciência, criaram-se as tecnologias de segunda geração na produção de etanol, conforme ilustra a passagem abaixo:

> A abrangência do avanço científico, particularmente nas ciências da vida durante os últimos cinqüenta anos foi extraordinária. Essa acumulação de conhecimento biológico gerou novas tecnologias e estimularam várias antigas tecnologias de base biológica[346]. [Trad. do autor]

As tecnologias de segunda geração para produção de etanol são o caso de antigas tecnologias tradicionais estimuladas pelo avanço biotecnológico dos últimos anos. A hidrólise enzimática é uma dessas tecnologias. Com o uso dela não se fermentam os açúcares simples contidos no caldo da cana-de-açúcar, mas se transforma a madeira (celulose) da planta em açúcares simples para posterior fermentação e produção de etanol. Como foi dito, a hidrólise da celulose é uma das

344 (JOSEF, 2007)
345 (GOLDENBERG 2007, pg.28)
346 (THOMPSON, 1986, pg. 514)

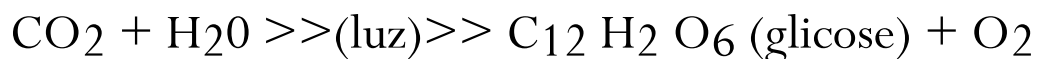
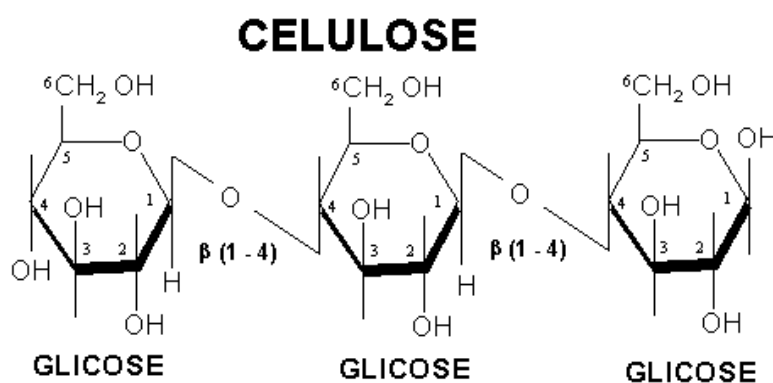
tecnologias de produção de etanol de segunda geração. Hidrolisar a celulose significa quebrar a estrutura molecular do bagaço da cana-de-açúcar em açúcares simples, em outras palavras, transformar "a madeira da planta" em açúcares solúveis e passíveis de se transformarem em etanol pela ação de microrganismos.

Aspectos técnicos do etanol de segunda geração

No processo de crescimento da cana-de-açúcar, o vegetal usa a energia solar para manutenção de seus processos fisiológicos. Entre esses processos, está o de síntese da celulose, que é a biomassa estrutural dos vegetais. Ela é encontrada principalmente na parede celular dos vegetais. A celulose é composta de moléculas de glicose. Para produzir celulose, o vegetal precisa, entre uma variedade de compostos químicos complexos, sintetizar as moléculas de glicose que a constituirão. A glicose, por sua vez, é sintetizada a partir da fotossíntese[347].

A fotossíntese pode ser entendida como o conjunto de reações que combinam o CO_2 da atmosfera ao H_2O utilizando-se para reação a energia da luz solar. Como resultado forma-se a molécula da glicose (de alto conteúdo energético) e moléculas de oxigênio que são liberadas na atmosfera. A reação pode ser representada de forma simplificada da seguinte forma:

[347] GOLDENBERG (*Op. cit.*, pg.26)

$$CO_2 + H_20 >>(\text{luz})>> C_{12}\ H_2\ O_6\ (\text{glicose}) + O_2$$

No caso da cana-de-açúcar, 1/3 da glicose produzida é disponibilizada na seiva do vegetal (caldo) e 2/3 são usados para síntese da celulose (1/3 no bagaço + 1/3 nas palhas e pontas). A celulose é um polissacarídeo formado, entre outros compostos, por 10.000 moléculas de glicose ligadas. Portanto, a maior parte da glicose sintetizada pelo vegetal é fixada na forma de celulose, conforme mostra a figura abaixo:

Polímero da Celulose
Fonte: GOLDENBERG, 2008, pg.27.

A hidrólise enzimática é o processo bioquímico que quebra a celulose em moléculas de glicose. A hidrólise da celulose pode ser realizada de várias formas, a saber, a rota enzimática, a rota ácida e a rota alcalina. Este estudo optou por investigar a hidrólise enzimática pelo fato da rota enzimática ser a mais estudada atualmente e ser a de menor impacto ambiental. Na hidrólise enzimática a celulose é quebrada por enzimas, compostos bioquímicos complexos

que agem como "tesouras químicas", cortando macromoléculas em moléculas simples[348]. A hidrólise já é dominada em escala laboratorial, ou seja, já se produz etanol a partir de celulose em laboratórios de diversos países do mundo, inclusive no Brasil. Dominar a tecnologia da produção de etanol de segunda geração é fundamental para se manter competitivo no setor de energia renovável, em particular no de biocombustíveis.

O governo brasileiro investe maciçamente no desenvolvimento da hidrólise, particularmente nos laboratórios de universidades públicas. E o vem fazendo com mais vigor nos últimos anos, dada à importância dessa tecnologia. Existem fatos que mostram que a tecnologia da hidrólise está se tornando, a cada dia, mais próxima da escala industrial. Um deles é a construção de uma planta piloto para converter celulose em etanol em escalas semi-industriais[349].

A migração da produção de etanol de segunda geração da escala laboratorial para a escala industrial pode aumentar a produtividade das usinas de etanol significativamente. Entretanto, mesmo considerando um desenvolvimento de tamanha importância, não se encontraram publicações de cenários sobre o futuro do setor tendo em vista o etanol de segunda geração. Há sim muita pesquisa técnica sobre o assunto nas áreas das ciências naturais, mas, pouca coisa se escreveu sobre cenários prospectivos nessa área.

---

[348] (BUCKERIDGE, 2009) e (ZACCHI, 2009)
[349] (ROSSEL *et.al*, 2008, pg.29)

Foi publicado um artigo na *Biomass Bioenergy*, intitulado "*Projected mature technology scenarios for convertion of cellulosic biomass to ethanol with co-prodution of themochemical fuel, power and/or animal feed protein*"[350], que mostra os cenários da produção de etanol para a maturidade da tecnologia da hidrólise enzimática em conjunto com a geração de energia e fabricação de ração animal, todavia, esse artigo não se aplica à realidade brasileira por não tratar especificamente da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar.

Iniciando o estudo: A consulta aos especialistas

A consulta a especialistas é uma técnica de coleta de dados que se utiliza da entrevista (estruturada, semi-estruturada ou em profundidade), a fim de que se obtenham as informações necessárias para a pesquisa. Consiste em um encontro com os investigados para que se dirijam perguntas a eles e se coletem as respostas. Vale notar que a consulta precisa ser feita com indivíduos que tenham conhecimento especial em relação ao objeto de estudo. A idéia de especialista na pesquisa de administração se assemelha à idéia de informante-chave da antropologia, que pode informar sobre detalhes históricos e culturais do seu ambiente[351].

[350] (LASER, *et al., 2008*)
[351] (FETTERMAN, 1998, pg. 483)

Nessa pesquisa, a consulta a especialistas ocorrerá em três etapas, conforme requisita o método a ser aplicado e ilustra Boaventura[352]:

1. Consulta a especialistas para identificação das variáveis-chaves;

2. Consulta a especialistas para classificar as variáveis-chaves em tedências e incertezas; e

3. Consulta a especialistas para ordenar as tendências e incertezas segundo sua importância e dependências e respectiva eleição de variáveis-chaves.

4. Elaboração dos cenários segundo método descrito no ítem 2.2.6

Universo e Amostra

O conceito de amostra pode ser definido como um subconjunto do universo da população que representa qualitativamente e ou quantitativamente esse universo com um certo grau de confiança. Entretanto, existe uma miríade tipológica de amostras, que são constituídas a partir das características da pesquisa e do universo. Os tipos de amostras encontrados na literatura são basicamente oito. Amostragem sistemática, estratificada, por conglomerados, por etapas, por acessibilidade ou conveniência, por

[352] Boaventura (2003, pg.9)

tipicidade ou intencional e por cotas. Para esse estudo, será construída uma amostragem por tipicidade. A amostra por tipicidade ou intencional pode ser definida conforme Gil[353] demonstra:

> [...] Um tipo de amostragem não probabilística que consiste em selecionar um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo de toda população. [...] Entretanto, requer considerável conhecimento da população e do subgrupo selecionado.

O universo a ser estudado é o conjunto de organizações ligadas ao setor produtivo de etanol que estejam trabalhando para o desenvolvimento técnológico, político ou econômico do etanol de segunda geração com sede ou representação física no Estado de São Paulo.

Os quinze tipos de organizações selecionadas que se mostram relevantes para o futuro das usinas em relação ao etanol de segunda geração são:

Centro de tecnologia

Universidades

Órgão de fomento de pesquisa

Usina de etanol

Entidade de classe da indústria da cana

---

[353] Gil (*Op. cit.*, pg104)

Fabricante de insumos

Governo

Fabricante de equipamentos

Imprensa especializada

Empresa de consultoria em financiamento

Empresa de consultoria em Engenharia

Centro de pesquisas econômicas

Instituição financeira

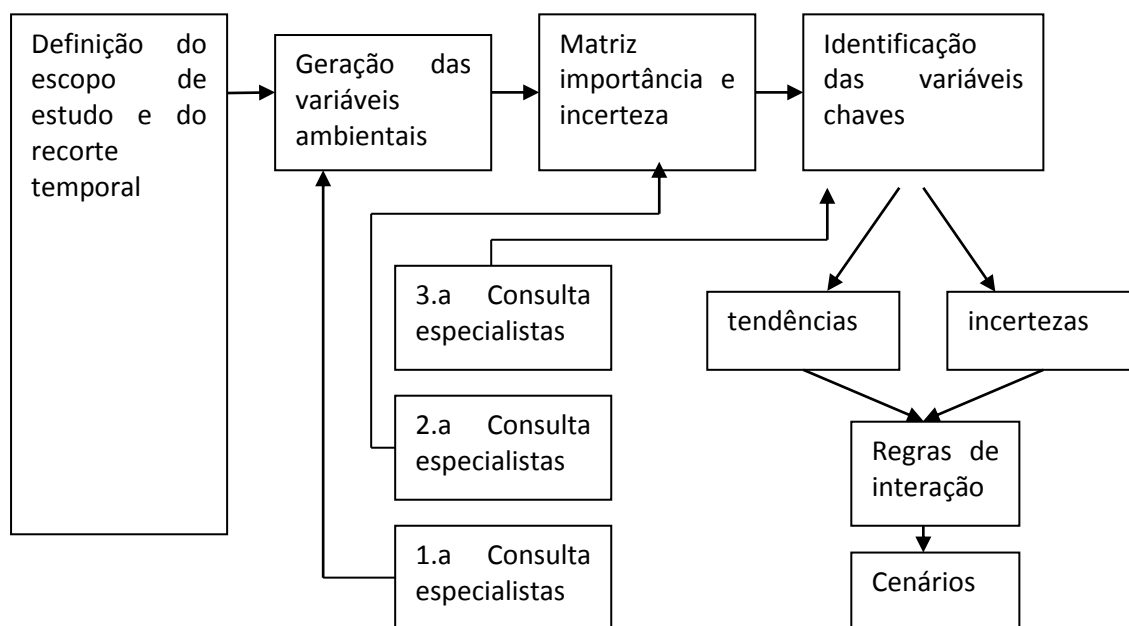
Empresa pública do setor sucroenergético

Órgãos de Patentes

Coleta de Dados e Instrumento de Coleta

Para levantar os dados junto aos especialistas foram elaborados três questionários. Os questionários foram adaptados em Boaventura[355].

[355] Boaventura (*Op. cit.*, pg. 142)

Modelo conceitual-teórico

Modelo conceitual-teórico do trabalho

Iniciando a Cenarização

A construção de cenários através do método proposto pressupõe três etapas de consulta aos especialistas. É através das consultas aos especialistas que se obtiveram os dados necessários para a construção dos cenários. Trata-se de uma pesquisa de campo cuja finalidade é elaborar uma análise ambiental sobre a questão do etanol de segunda geração. Foram realizadas três rodadas de coleta dos dados.

O método empregado consistiu de entrevistas em profundidade e estruturadas, onde houve um roteiro a ser seguido. Na primeira etapa da consulta aos especialistas o roteiro de entrevistas possuía questões pré-definidas e questões que propiciavam maior liberdade para o entrevistado discorrer sobre o tema. Nas etapas posteriores tratou-se de aplicar questões objetivas, com uso de escalas e quantificadores numéricos.

A consulta foi feita com uma gama de especialistas ligados ao problema da pesquisa e abrangeu engenheiros, cientistas, administradores, políticos, jornalistas, enfim, toda uma gama de profissionais que representasse os *stakeholders* ligados ao problema. A idéia principal foi consultar indivíduos informados sobre as necessidades e características de uma comunidade específica, no caso, o setor produtivo de etanol. A consulta a especialistas mostra-se particularmente interessante por ser de processamento simples, e extremamente útil ao se tratar de problemas específicos e pouco comuns.

Etapas da coleta de dados

O objetivo da coleta de dados é desvelar as variáveis do ambiente estudado em vista do problema proposto, qualificar essas variáveis e compará-las, de forma que ao final do processo se consiga eleger quais variáveis são fundamentais para construção dos cenários.

As variáveis são primeiramente identificadas nas entrevistas com os especialistas, em seguida são qualificadas quanto à importância e à incerteza. Finalmente, as variáveis são comparadas quanto à sua influência e dependência. Ao descobrir quais são as variáveis-chaves do sistema, a tarefa de elaboração dos cenários pôde ser empreendida.

Perfil dos especialistas

A escolha dos especialistas foi feita em função de dois critérios. Primeiramente ao fato do especialista estar ligado a uma organização relevante no quadro de *stakeholders* das usinas de produção de etanol. Em segundo lugar, ter experiência e conhecimento específico sobre a questão do etanol de segunda geração.

O perfil dos especialistas consultados segue abaixo:

1 - Diretor de empresa de consultoria financeira

2 - Professor e pesquisador vinculado à universidade pública

3 - Gerente técnico de centro de pesquisa de etanol

4 - Presidente de indústria fabricante de insumos

5 - Consultor de entidade de classe da indústria da cana-de-açúcar

6 - Gerente de produção de usina de etanol

7 - Assessor do programa de etanol do Governo do Estado de São Paulo

8 - Gerente técnico de empresa fabricante de equipamentos

9 - Editor de tecnologia de revista especializada

10 - Diretor do programa de bioenergia de órgão de fomento à pesquisa

Por questões de disponibilidade e conveniência, durante as diferentes etapas da coleta de dados ocorreram consultas a especialistas substitutos com as mesmas capacidades técnicas daqueles consultados nas fases anteriores, conforme descrito na lista de especialistas consultados.

Primeira fase da coleta de dados

Seguem as etapas necessárias para identificação dos *stakeholders* e as variáveis que interferem no sistema estudado.

Identificação das variáveis do ambiente

O objetivo dessa etapa na coleta dos dados é identificar quais são as variáveis que influenciam o ambiente estudado. Não há, nessa etapa, qualquer preocupação quanto à qualificação ou quantificação dessas variáveis. Entretanto, descobrí-las é um aspecto fundamental. Foram entrevistasdos os especialistas em relação aos *stakeholders* e seguindo a metodologia utilizada, as variáveis foram identificadas.

O questionário empregado sugeriu uma lista básica de *stakeholders* e elaborou uma série de questões para que o especialista informasse o profissional sobre as variáveis que estavam envolvidas na atuação dos mesmos. Havia a liberdade de acrescentar novos *stakeholders* caso se julgasse necessário.

Lista de *stakeholders* elencados:

Centro de tecnologia

Universidades

Órgão de fomento de pesquisa

Usina de etanol

Entidade de classe da indústria da cana

Fabricante de insumos

Governo

Fabricante de equipamentos

Imprensa especializada

Empresa de consultoria em financiamento

Empresa de consultoria em Engenharia

Centro de pesquisas econômicas

Instituição financeira

Empresa pública do setor sucroenergético

Órgãos de Patentes

Stakeholders acrescentados durante a coleta na fase I: Montadoras; e,

Empresa privada de pesquisa tecnológica.

Ao todo os especialistas levantaram 87 variáveis que interferem no sistema estudado. Diversos especialistas identificaram variáveis semelhantes. Nesses casos as variáveis foram unificadas em uma mesma terminologia. Foram assim obtidas 59 variáveis válidas das 87 originais.

A média de variáveis por especialista foi de 32,4 variáveis ao passo que o total de variáveis operacionais chegou a 59. Atribui-se essa diferença à diversidade de especialistas consultados, fator que enriqueceu a análise ambiental.

Descrição dos *stakeholders* e principais variáveis

A relação de *stakeholders* citados por especialista pode ser observado abaixo. O próximo quadro aponta os stakeholders nomeados por cada especialista consultado na primeira etapa da coleta de dados.

Stakeholders	**Especialistas**									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Centro de tecnologia		x	x	x	x	x		x	x	x
Universidades		x	x	x	x			x	x	x
Órgão de fomento de pesquisa			x	x					x	x
Usina de etanol		x	x	x		x		x	x	x
Entidade de classe da indústria da cana		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fabricante de insumos	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Governo	x	x			x	x		x		x

Fabricante de equipamentos	x									
Imprensa especializada	x								x	
Empresa de consultoria em financiamento	x				x					
Empresa de consultoria em engenharia	x									
Centro de pesquisas econômicas	x	x			x	x		x		
Instituição financeira	x		x	x	x	x	x		x	x
Empresa pública do setor sucroenergético		x	x		x			x	x	x
Órgão de Patente								x	x	
Montadoras de automóveis			x						x	
Empresa privada de pesquisa tecnológica				x					x	

Stakeholders citados por especialistas
Fonte: elaborado para esse trabalho

Análise dos *stakeholders* e variáveis levantadas

1) Centro de Tecnologia

Os centros de tecnologia exercem um papel relevante no setor de biocombustíveis. Via-de-regra eles são planejados e construídos através de iniciativas governamentais e contam com financiamento público e privado na condução de seus trabalhos. É neles que há uma maior interação entre a

pesquisa pública e a pesquisa privada. Estão também ligados às universidades públicas visto que elas abrigam suas instalações e fornecem o quadro técnico altamente especializado que os compõem. Os centros de pesquisa fazem a "ponte" entre as necessidades da indústria e o desenvolvimento tecnológico. A pesquisa básica muitas vezes está concentrada em institutos científicos puramente acadêmicos cabendo aos centros de tecnologia intermediar o processo de migração da ciência básica (academia) para a aplicação tecnológica (indústria).

As questões técnicas pesquisadas por esses centros estão diretamente ligadas aos desafios das indústrias. Durante a entrevista destacaram-se a importância da pesquisa nos gargalos técnicos para o aumento da eficiência produtiva do etanol de segunda geração assim como na elaboração de softwares para simular rotas químicas experimentais. O aumento da eficiência dos microrganismos tanto para a produção de enzimas como para a fermentação dos açúcares, a questão do pré-tratamento do bagaço, a elaboração de coquetéis enzimáticos propícios para as etapas da hidrólise enzimática foram os gargalos técnicos mais importantes destacados.

2) Universidades

As universidades possuem o importante papel de formar recursos humanos altamente especializados para a evolução tecno-econômica do setor produtivo de etanol. Forma e abastece de profissionales e profissionais de todas as áreas as

mais diversas organizações que compõem o setor. Em relação à pesquisa desenvolve o importante papel de financiar a pesquisa básica, criar centros de pesquisa e integrar a pesquisa brasileira à pesquisa de universidades internacionais, conferindo à pesquisa brasileira um padrão de classe mundial no campo da bioenergia. Essas duas características são fundamentais para que o etanol de segunda geração migre da escala laboratorial e ganhe escala industrial de produção.

3) Órgão de fomento à pesquisa

Os órgãos de fomento à pesquisa são instituições autônomas financiadas prioritariamente com verba pública federal ou estadual. Desempenham um importante mecanismo de financiamento de pesquisa nas universidades e centros de tecnologia. Se por um lado as universidades apóiam os profissionales com infra-estrutura e suporte acadêmico, os órgãos de fomento financiam os projetos dos próprios profissionales. A seleção dos projetos que serão financiados deve atender às requisições técnicas do órgão de fomento assim como as necessidades apontadas em suas políticas de desenvolvimento científico.

No caso dos biocombustíveis de segunda geração, há uma grande concentração de institutos com linhas de pesquisa diversas, cabendo aos órgãos de fomento avaliar o que está sendo pesquisado, o que está se propondo pesquisar e o que precisa ser pesquisado a fim de se concatenar demandas frente a um orçamento destinado àquela área científica. As

variáveis brutas desse *stakeholder* mostraram algumas questões técnicas importantes que podem ser entendidas como gargalos tecnológicos para o desenvolvimento da tecnologia. A pesquisa genética também se mostrou como uma poderosa variável para o futuro do etanol de segunda geração.

4) Usina de etanol

As usinas de etanol são indústrias que processam a cana-de-açúcar para produção de etanol, valendo-se do processo de produção de primeira geração. Além do etanol de primeira geração algumas delas produzem açúcar e geram energia elétrica com a queima do bagaço e da palha.

Não existe nenhuma usina de etanol produzindo etanol de segunda geração em escala comercial, entretanto há uma expectativa positiva sobre a implementação dessa tecnologia, visto que quando se produz etanol a partir do bagaço surge a possibilidade de se produzir etanol e açúcar simultaneamente. Essa possibilidade flexibilizaria a produção e potencialmente reduziria o risco da operação. Vale notar que a produção simultânea de etanol (do bagaço), açúcar (da seiva), bioplástico (do etanol), bioeletricidade (da palha), ração animal (do bagaço hidrolisado) e metano (a partir do vinhoto) constituem a ampla diversificação no futuro do setor. Essa flexibilização é a mola propulsora que visa integrar nas usinas a operação de primeira geração com a segunda geração.

Outros fatores são importantes nesse sentido, como a modernização do parque industrial do etanol de segunda geração, eletrificando e automatizando processos, além da importante mecanização da fase agrícola. Com a mecanização da fase agrícola deixa-se de queimar a palha para a realização da colheita manual e passa-se a usar a palha como cobertura para o solo, ou ainda, para que se queime-a nas usinas a fim de gerar eletricidade. Nota-se que para ser possível flexibilizar a produção é preciso que se mecanize o campo.

5) Entidades de classe da indústria da cana

As entidades que representam a indústria da cana-de-açúcar mostraram ter uma atuação política fundamental no setor. Primeiramente, como catalisadoras na abertura de novos mercados para o etanol brasileiro de primeira geração, e conseqüentemente, a abertura de mercado para a futura produção de etanol de segunda geração. No tocante ao desenvolvimento tecnológico, as entidades de classe da indústria da cana facilitam o desenvolvimento tecnológico do setor. Promovem congressos e reuniões que visam integrar os *stakeholders* orientando as estratégias de investimentos gerais dos produtores.

6) Fabricante de Insumos

Esse *stakeholder* é composto por um conjunto de empresas diversas que fornecem insumos supérfluos para produção de

etanol de segunda geração e um insumo crítico. O insumo crítico são as enzimas. A questão crítica dos insumos para se produzir etanol em escala industrial é produzir enzimas a um custo viável para produção em larga escala. O barateamento e o aumento da escala na produção de enzimas estão ligados ao desenvolvimento da demanda geral do setor. Por ainda não haver produção de etanol de segunda geração em larga escala, as indústrias de insumos são obrigadas a fabricar pequenos lotes de enzimas específicas a um alto custo. O aumento de demanda e o aumento de escala depende para esse *stakeholder,* de incentivos governamentais a fim de aumentar a demanda agregada, em especial com a construção de plantas-piloto e leis de incentivo fiscal para a produção em toda cadeia do etanol de segunda geração.

7) Governo

Ao tratar-se do desenvolvimento do etanol de segunda geração, nota-se um fato decisivo. A tecnologia para produção já existe, residindo o problema na ampliação de escala produtiva aliada ao barateamento dos processos produtivos. Nesse sentido, o governo tem papel primordial, visto que é o governo que pode estimular a ampliação da demanda por esse combustível, assim como criar incentivos à disseminação dessa tecnologia. O governo tem ainda o papel de regular o mercado, o preço do etanol e da energia elétrica. O preço da gasolina também é controlado pelo governo. Quando conjugados, esses fatores podem

impulsionar a formação de um mercado de etanol de segunda geração. As variáveis descritas a partir desse *stakeholder* são de suma importância, com destaque para o financiamento da construção e operação de usinas em escala pré-industrial, incentivos para o término na queima no campo e melhoria das condições trabalhistas.

8) Fabricante de Equipamentos

As empresas que fabricam equipamentos para o setor são diversificadas, visto que existe uma miríade de fases no processo de produção do etanol de primeira geração. Fabricantes de caldeiras, de peneiras moleculares, de silos, entre outros compõem um espectro heterogêneo de fabricantes. Entretanto, quando se trata do desenvolvimento e capacidade de fornecimento de equipamentos para o etanol de segunda geração encontrou-se apenas uma grande empresa com um departamento de engenharia específico para essa finalidade. Mesmo não sendo economicamente viável para produção em larga escala, essa empresa já investe na tecnologia do etanol de segunda geração há pelo menos uma década. Aqui se destacam duas variáveis. A fabricação de equipamentos para pré-tratamento do bagaço e a fabricação de biorreatores de larga escala.

9) Imprensa Especializada

A imprensa especializada cumpre papel de informar duas classes de público no setor produtivo de etanol. Primeiro, a classe do público especializado e ligado à cadeia produtiva do etanol. Segundo informar o grande público sobre as questões energéticas da sociedade, em especial no tocante às fontes renováveis de energia. O editor científico consultado relatou informações cruciais sobre o desenvolvimento de organismos geneticamente modificados com objetivo de melhorar a produtividade, além de conquistas importantes por parte dos centros de tecnologia e universidades ligadas aos órgãos de fomento à pesquisa que atuam em São Paulo.

10) Empresas de consultoria financeira, empresas de consultoria em engenharia e centros de pesquisas econômicas.

Os três *stakeholders* mostraram-se como catalisadores do desenvolvimento do setor. De fato, as empresas de consultoria fazem a ligação entre os projetos futuros das usinas e a sua realização material. Isso se dá primeiramente com a elaboração de projetos técnicos e ambientais que tornam as iniciativas de investimentos uma iniciativa fisicamente planejada. Em conjunto com esse esforço de planejamento, as empresas de consultoria financeira unificam os projetos técnicos e agregam a eles um planejamento econômico-financeiro no intuito de captar recursos junto às grandes instituições financeiras nacionais e internacionais. Vale destacar que atualmente alguns

projetos de bioenergia já incorporam, através das empresas de consultoria, a captação de recursos via MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) e sua respectiva contabilização de créditos de carbono. Isso aponta o futuro do setor e força a incorporação das tecnologias de segunda geração visto que a mitigação dos gases estufa é severamente favorecida pelo etanol produzido a partir da celulose. Os centros de pesquisa econômica cumprem o papel de orientar as políticas de investimento por parte dos usineiros, através da publicação de índices e relatórios de tendências econômicas.

11) Instituições Financeiras

Durante a sondagem prévia em que se buscou eleger os *stakeholders*, descobriu-se que toda a intermediação entre o setor produtivo de etanol e o mercado financeiro se dá através de empresas de consultoria que estruturam os projetos para levantamento de capital. Assim, elegeu-se um especialista que dirige um escritório de consultoria financeira para usinas como informante - ao invés de nomear um profissional ligado diretamente a um banco de investimentos. Durante a entrevista com o especialista eleito, foi descrito o papel do mercado financeiro no setor, principalmente em relação aos agentes financeiros (BID, BNDS, bancos privados e Banco Mundial) no tocante à obtenção de financiamentos para produção do etanol de segunda geração. Variáveis importantes dos aspectos econômicos e sociais foram levantadas.

12) Empresa pública do setor sucroenergético

Foram identificadas duas empresas públicas que atuam em questões ligadas ao etanol de segunda geração. Uma empresa pública do setor petrolífero e uma empresa pública do setor agropecuário. Em ambos os casos elas desenvolvem pesquisas semelhantes aos centros de tecnologia, inclusive com linhas de pesquisa comuns. Destaca-se aqui a pesquisa de equipamentos para a fase agrícola por parte da empresa pública do setor agropecuário.

13) Órgãos de Patente

Os órgãos de patente forçam o desenvolvimento de tecnologia ao garantir os direitos aos *royalties* referentes ao esforço de pesquisa. Além disso, constituem um importante banco de informações para as usinas, profissionales e a imprensa especializada sondarem as inovações realizadas no setor.

14) Montadoras

As montadoras cumprem papel indireto na consolidação do etanol de segunda geração, mas cumprem papel primordial na geração de demanda por etanol. A tecnologia *flex-fuel* consolidou o mercado de etanol no Brasil, e se levada aos outros países poderá constituir importante mercado

internacional para futura produção brasileira do etanol de segunda geração. Além disso, as montadoras vêm trabalhando no desenvolvimento de motores leves e pesados movidos a etanol, o que também força a ampliação de mercado futuro para esse combustível.

Em oposição, algumas montadoras têm investido significativamente em carros elétricos, que podem apresentar uma alternativa aos carros que usam etanol como combustível veicular.

15) Empresa privada de pesquisa tecnológica

As empresas de pesquisa privadas são empresas de alta tecnologia, concentradas na fase agrícola e de capital transnacional que incorporaram ou se fundiram às instituições brasileiras detentoras de conhecimento sobre a genética da cana-de-açúcar. Elas buscam a criação de variedades de cana-de-açúcar mais produtivas e melhor adaptadas ao clima e solo. Produzem variedades resistentes a herbicidas e pragas, nos moldes do que foi feito com a soja no mundo todo. Outra característica importante está na modificação genética da cana-de-açúcar a fim de que ela expresse mais sacarose ou celulose visando o aumento de produção de etanol de primeira ou de segunda geração.

A seguir, resumem-se as principais características das instâncias macroambientais apontadas pelos especialistas.

1) Macroambiente Tecnológico

O macroambiente tecnológico que envolve as questões do etanol de segunda geração é diverso e complexo. Muitas variáveis são multidependentes de fatores exógenos e se influenciam mutuamente. A análise comparativa dessas variáveis mostra que a flexibilidade tecno-produtiva das usinas é um fator decisivo para o setor. A produção de plásticos biodegradáveis a partir do etanol é outro fator que pode influenciar decisivamente a questão do etanol de segunda geração, haja visto seu alto valor agregado. A possibilidade de hidrolisar resíduos agrícolas é, de fato, uma variável importante considerando que representará uma matéria prima concorrente ao bagaço.

2) Macroambiente Social

O aspecto social na cadeia produtiva do etanol é heterogêneo. Na medida em que o Brasil possui a agricultura para produção de energia mais sofisticada do mundo - nos grandes empreendimentos do *agrobusiness* - produtores menores e periféricos ainda carregam traços do antigo Brasil agrícola e escravocrata. Contratações de trabalhadores legalmente irregulares, baixo grau de escolaridade dos trabalhadores e condições de trabalho insalubres. Soma-se esse problema ao desemprego gerado no campo com a mecanização agrícola, que, se por um lado elimina postos de trabalho insalubres gera uma massa de trabalhadores sem perspectivas de recolocação profissional.

Segundo alguns especialistas o quadro é crítico e são poucas as iniciativas consistentes para a melhora das condições do

trabalhador no campo. Outros apontam que as usinas vêm requalificando esses trabalhadores e inserindo-os em regimes de trabalho formais. As entidades de classe da indústria da cana, haja visto seu interesse nos mercados internacionais, têm trabalhado com intuito de legalizar as condições de trabalho visto que esse aspecto é um condicionante para abertura de mercados externos. Além disso, o governo vem trabalhando para tentar melhorar esse quadro através de fiscalização, do estabelecimento de compromissos junto aos produtores em mecanizar a colheita, principalmente nas usinas onde ainda ocorre a queima e a colheita manual da cana-de-açúcar. Entretanto, novos problemas surgem como o desemprego e a baixa qualificação da mão-de-obra.

3) Macroambiente Econômico

Os aspectos econômicos macroambientais definem, acima de tudo, a velocidade com que o etanol de segunda geração será incorporado pelo setor produtivo. Se os aspectos tecnológicos definem a sua viabilidade, os aspectos econômicos definem o ritmo e a urgência dessa mudança. Vale notar que os preços praticados no mercado de energia são fundamentais para as decisões de investimento, principalmente na aposta de uma nova tecnologia.

A tendência de fusões e aquisições do setor é outro fator que favorece a inovação, pois oxigena o setor com novas posições empresariais, em geral, mais propensas à tomada de risco. Indicadores como câmbio e taxas de juros, por sua

vez, concorrem para o estabelecimento da competitividade do setor.

4) Macroambiente Político

A política macroambiental que interfere na questão do etanol de segunda geração possui uma agenda de poucas e importantes decisões.

A comoditização do etanol é um passo importante para consolidar um mercado mundial de etanol e forçar o fim do protecionismo internacional. A criação de subsídios fiscais para todas as etapas da produção de etanol de segunda geração é fator importante para garantir vantagens ao Brasil.

A questão da diversificação da matriz energética é fundamental para a segurança nacional e é ponto pacífico que não depender de uma fonte única e instável como o petróleo aponta grande vantagem estratégica.

5) Macroambiente Ecológico (ou aspectos ambientais)

Os aspectos ecológico-ambientais merecem destaque na análise da produção de um combustível renovável. Em primeiro lugar, a produção do etanol de segunda geração aumentaria a eficiência energética do processo de produção de etanol, diminuindo ainda mais o impacto ambiental desse combustível em relação aos derivados de petróleo (em CO2 emitido por unidade energética). Ao possuir uma fase agrícola, o uso da água é outra questão ambiental crítica na produção de etanol. Vale notar que já existe tecnologia para

as usinas exportarem água no processo de destilação, ou seja, a fase industrial pode ter um saldo negativo no consumo de água. A adesão ao zoneamento agroambiental deve garantir a preservação da biodiversidade. Por fim, ao lidar com OGMs (Organismos Geneticamente Modificados) o etanol de segunda geração depende de uma regulamentação austera que vise minimizar os riscos ambientais dessa manipulação.

Quadro final das variáveis apontadas pelos especialistas

Segue quadro abaixo que organiza as variáveis com os especialsitas e já retificadas por *stakeholder* da primeira fase da coleta de dados. São as variáveis abaixo que comporão a base da próxima etapa da coleta. As variáveis estão organizadas por *stakeholder* e numeradas sequencialmente para cada *stakeholder*.

Centro de tecnologia		**Empresa privada de pesquisa tecnológica**	
Força o desenvolvimento de microorganismos mais eficientes	1	Força o desenvolvimento de cana transgênica para aumentar produção na fase agrícola	1
Força o desenvolvimento de coquetéis enzimáticos mais eficientes	2	**Entidade de classe da indústria da cana**	

Força o desenvolvimento de métodos mais eficientes de tratamento do bagaço	3	Força abertura de mercados nacionais e internacionais para o etanol brasileiro	1
Força a elaboração de simuladores de usinas de etanol de segunda geração	4	Alinha estratégias de pesquisa segundo necessidades da indústria	2
Universidades		**Usina de etanol**	
Força a criação de centros de pesquisa	1	Força a mecanização agrícola	1
Força a formação de recursos humanos	2	Força a integração da tecnologia de 1.a geração com a tecnologia de 2.a geração	2
Imprensa especializada		**Órgão de fomento de pesquisa**	
Forma a opinião pública favorável ou desfavorável sobre o etanol de segunda geração	1	Financia a pesquisa nos gargalos técnicos para consolidação do etanol de segunda geração	1
Empresas de consultoria financeira e técnica		Mudanças genéticas e fisiológicas na cana para aumentar a produtividade no campo.	2
Facilita o desenvolvimento técnico e econômico do setor	1	**Órgãos de Patentes**	
Montadoras		Garante direitos sobre inovação tecnológica	1
Força o desenvolvimento de motores leves e pesados movidos a etanol	1	Fonte de informação para aquisição de tecnologia	2
Força a internacionalização da tecnologia *Flex-fuel*	2	**Fabricante de equipamentos**	
Força a disseminação do carro elétrico	3	Desenvolve e fornece equipamentos para tratamento do bagaço e produção	1

		de enzimas	
Governo		Força o desenvolvimento de biorreatores para produção em larga escala	2
Força a construção de plantas de etanol de segunda geração em escala pré-industrial	1	**Empresa pública do setor sucroenergético**	
Força equilíbrio entre oferta e demanda de etanol no mercado interno	2	Força o desenvolvimento de equipamentos para fase agrícola	1
Força a construção de alcooldutos e a utilização da infra-estrutura petroquímica	3		
Aspectos tecnológicos		**Aspectos econômicos**	
Produção de plástico biodegradável a partir do etanol	1	Preço do açúcar	1
Produção simultânea de etanol de segunda geração, açúcar, bioeletricidade e derivados	2	Preço do petróleo	2
Viabilidade de hidrolisar resíduos agrícolas	3	Valor relativo das moedas estrangeiras	3
Aproveitamento do bagaço pós-hidrólise para fabricação de ração animal	4	Descoberta de jazidas de petróleo	4
Pesquisa brasileira em biocombustíveis é internacionalizada e possuidora de classe mundial	5	Logística brasileira favorável para uso da biomassa (bagaço)	5
Aspectos sociais		Baixo preço da energia elétrica	6
Adequação do setor às normas trabalhistas	1	Tendência de fusões e aquisições no setor	7

Término da queima e da colheita manual da cana	2	Força menores taxas de juros para financiamento de tecnologia de segunda geração	8
Recolocação motivada pela mecanização do campo	3	Preço do etanol	9
Competição com alimentos por uso da terra	4	Alto potencial produtivo de biomassa no Brasil	10
Aspectos Ambientais		**Aspectos políticos**	
Diminuição do impacto ambiental promovido pelo etanol de segunda geração	1	Comoditização do etanol	1
Agravamento das mudanças climáticas	2	Criação de subsídios para consolidação do etanol de segunda geração	2
Uso sustentável da água	3	Ausência de tarifas alfandegárias nos EUA para o açúcar produzido no nordeste brasileiro	3
Biossegurança de OGMs	4	Aspecto estratégico na diversificação da matriz energética	4
Fixação de metas internacionais de emissões de CO2	5	Protecionismo estrangeiro	5
Adesão ao zoneamento agroambiental	6		

Segunda fase da coleta de dados

A segunda fase da coleta de dados tem por objetivo qualificar as variáveis. Essa qualificação se dá em duas

instâncias. Primeiro, quanto à importância da variável no ambiente estudado. Segundo, sobre a natureza da variável ser uma tendência ou uma incerteza. Isso se dá através de um questionário aplicado aos especialistas, questionário esse que faz uso de escalas. A idéia fundamental é eleger quais são as variáveis que irão para a próxima etapa de estudo, ou seja, eleger as variáveis de maior importância e eliminar as variáveis de menor importância, atribuindo ainda graus de incerteza que essas variáveis venham a possuir.

Qualificação das variáveis

Dez especialistas participaram dessa etapa. O assessor para assuntos ligados à etanol do secretário de meio ambiente do Estado de São Paulo foi substituído pela diretora técnica da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. O presidente de uma empresa fabricante de insumos foi substituído pelo gerente de marketing dessa mesma empresa.

Foi apresentado aos especialistas o roteiro da coleta de dados, assim como as escalas utilizadas e as tabelas para coleta. Feito isso, as 59 variáveis da primeira etapa foram avaliadas segundo a importância da variável na escala:

(-5) - variável de muito baixa importância no ambiente;

(-4) ... (-1) - variáveis intermediárias;

(0) - variável de média importância no ambiente;

(1) ... (4) - variáveis intermediárias; e

(5) - variável de muito alta importância no ambiente.

Análise do quesito importância das variáveis

Após a realização da coleta com os dez especialistas selecionados o quesito importância foi quantificado para as 59 variáveis consolidadas na primeira etapa. A tabela que segue mostra os valores respectivos da média da importância de cada variável considerando os dez especialistas:

Médias da Importância das variáveis por *stakeholder*:

Dados - Segunda Fase do Estudo	Média		Desvio Padrão	
Variáveis	Importância	Incerteza	Importância	Incerteza
Adequação do setor às normas trabalhistas	3,3	-0,2	2,45	2,82
Adesão ao zoneamento agroambiental	2,4	-2,6	2,59	2,76
Agravamento das mudanças climáticas	3,3	-1,1	2,11	2,38
Alinha estratégias de pesquisa segundo necessidades da	2,9	-1,9	1,97	2,77

indústria				
Alto potencial produtivo de biomassa no Brasil	3,6	-2,1	1,35	3,87
Aproveitamento do bagaço pós-hidrólise para fabricação de ração animal	-1,2	0,8	2,53	3,05
Aspecto estratégico na diversificação da matriz energétic	3,6	0,4	1,07	2,76
Ausência de tarifas alfandegárias nos EUA para o açúcar produzido no nordeste brasileiro	-0,4	0,1	3,69	3,07
Baixo preço da energia elétrica	2,7	1,3	2,5	2,71
Biossegurança de OGMs	1,6	-1,4	3,6	2,88
Comoditização do etanol	3,4	0,4	1,51	3,27
Competição com alimentos por uso da terra	-0,4	-0,8	3,57	3,29
Concorrência pelo bagaço entre etanol de segunda geração e a bioeletricidade	3,2	-0,6	1,87	2,37
Criação de subsídios para consolidação do etanol de segunda geração	3,3	0,3	2,67	2
Descoberta de jazidas de petróleo	2,3	0,7	2,16	2,98
Desenvolve e fornece equipamentos para tratamento do bagaço e produção de enzimas	3,2	-1,6	1,55	2,07
Diminuição do impacto ambiental promovido pelo etanol de segunda geração	3,1	-1,8	2,81	3,19
Facilita o desenvolvimento	2,3	-0,3	1,7	2,54

técnico e econômico do setor				
Financia a pesquisa nos gargalos técnicos para consolidação do etanol de segunda geração	3,3	-2,1	2,83	2,38
Fixação de metas internacionais de emissões de CO2	2,9	0,6	2,92	3,13
Fonte de informação para aquisição de tecnologia	0,5	-0,1	1,72	2,56
Força a construção de alcooldutos e a utilização da infra-estrutura petroquímica	1,9	-1	3,57	2,49
Força a construção de plantas de etanol de segunda geração em escala pré-industrial	2,5	1,6	2,64	2,22
Força a criação de centros de pesquisa	2,8	-0,2	2,78	3,61
Força a disseminação do carro elétrico	-1,3	3,2	1,95	2,15
Força a elaboração de simuladores de usinas de etanol de segunda geração	3	-1,2	1,49	3,01
Força a formação de recursos humanos	4,2	-0,8	0,79	3,01
Força a integração da tecnologia de 1.a geração com a tecnologia de 2.a geração	4,1	-1,4	0,88	3,13
Força a internacionalização da tecnologia Flex-fuel	2,8	1	2,39	2,54
Força a mecanização agrícola	3,4	-2,7	2,55	3,16
Força abertura de mercados nacionais e internacionais para o etanol brasileiro	3,4	-0,9	2,37	2,69

Força diminuição do custo de produção das enzimas através do aumento da escala produtiva	2,5	-0,9	2,72	2,96
Força equilíbrio entre oferta e demanda de etanol no mercado interno	2,1	-1,3	2,51	2,98
Força menores taxas de juros para financiamento de tecnologia de segunda geração	3,2	1,4	1,75	2,17
Força o desenvolvimento de biorreatores para produção em larga escala	2,3	-1,2	2,63	2,2
Força o desenvolvimento de cana transgênica para aumentar produção na fase agrícola	2,2	-1,3	1,55	2,26
Força o desenvolvimento de equipamentos para fase agrícola	0,8	0,5	2,86	2,42
Força o desenvolvimento de métodos mais eficientes de tratamento do bagaço	3,1	-1,3	1,66	3,3
Força o desenvolvimento de microorganismos mais eficientes	2,9	1,5	2,42	2,76
Força o desenvolvimento de motores leves e pesados movidos à etanol	1,9	0,8	3,54	2,74
Forma a opinião pública favorável ou desfavorável sobre o etanol de segunda geração	1,6	-0,6	2,91	2,67
Garante direitos sobre inovação tecnológica	1,9	-0,7	2,56	2,45
Logística brasileira favorável para uso da biomassa (bagaço)	3,3	-2,9	1,06	3,31

Mudanças genéticas e fisiológicas na cana para pré-hidrolisar o bagaço na fase agrícola	2,3	-0,7	2,91	2,75
Pesquisa brasileira em biocombustíveis é internacionalizada e possuidora de classe mundial	3,7	-0,9	1,06	2,96
Preço do açúcar	1,7	0,1	3,37	3
Preço do etanol	4,6	-0,5	0,7	3,14
Preço do petróleo	4,3	0,7	1,06	4,14
Produção de plástico biodegradável a partir do etanol	2,4	-0,6	3,1	2,59
Produção simultânea de etanol de segunda geração, açúcar, bioeletricidade e derivados	2,9	-0,8	2,51	3,79
Protecionismo estrangeiro	2,3	-0,3	2,58	2,41
Recolocação motivada pela mecanização do campo	1,7	-0,6	3,43	2,12
Tendência de fusões e aquisições no setor	3,3	-2,7	1,42	2,71
Término da queima e da colheita manual da cana	3,4	-1,1	2,41	2,6
Uso sustentável da água	2	-1,2	3,02	2,53
Valor relativo das moedas estrangeiras	1,8	0,8	2,25	3,29
Viabilidade de hidrolisar resíduos agrícolas	3,7	0,8	1,49	3,61

Nesta segunda etapa, a média de pontos atribuídos para uma escala de (-5) a (5) foi de 2,52, e embora a freqüencia de três atribuições de graus importância (3, 4 e 5) ser superior

às outras frequencias, o ponto médio das respostas ficou em torno de 2,5. O desvio padrão das médias de importância obteve o valor de 1,33. O primeiro quartil apontou 1,9, o segundo quartil 2,7 e o terceiro quartil 3,3. Como a maioria das respostas se concentrou nos valores mais altos da escala, pode-se dizer que houve maior concordância entre os especialistas naquelas variáveis a que atribuiu-se as notas mais altas. A figura que segue representa tais freqüências:

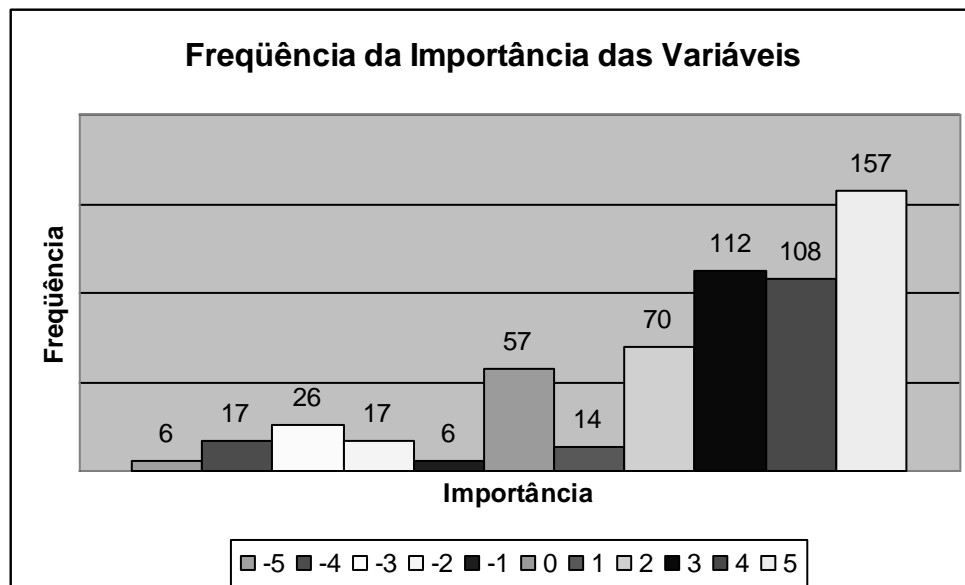



Gráfico de frequência da importância das variáveis

O critério para seleção das variáveis dessa etapa para a etapa seguinte reside justamente no grau de importância média das variáveis avaliadas. O critério de corte e seleção foi constituído da seguinte forma: As variáveis que apresentaram média de importância superior ao terceiro quartil (3,3) foram selecionadas.

Análise do quesito incerteza das variáveis

Esse segundo procedimento, referente à segunda etapa da coleta de dados, visa qualificar as variáveis quanto ao seu grau de incerteza, de forma que, ao final, as variáveis possam pertencer a uma de duas possíveis classes: a classe de "tendencia" ou a classe de "incerteza".

Este é um processo fundamental para a construção de cenários visto que as variações nos cenários possíveis estão diretamente ligada às incertezas estabelecidas. Ou seja, ao imaginar os diferentes comportamentos das variáveis incertas obtém-se os diferentes matizes dos cenários futuros.

As questões foram dirigidas aos especialistas tendo como base a qualificação do grau de incerteza das variáveis segundo a seguinte escala:

A incerteza da variável na escala:

(-5) - a variável é uma certeza;

(-4) … (-1) - variáveis intermediárias;

(0) - a variável é provável;

(1) … (4) - variáveis intermediárias; e

(5) - variável é totalmente incerta.

O processo para identificar a incerteza foi adaptado ao descrito na metodologia. De fato, durante a adaptação dos questionários e plotagem dos dados na matriz, optou-se por convencionar para a escala de valores que um valor negativo representaria um maior grau de certeza e um valor positivo a um maior grau de incerteza. Ou seja, trata-se de uma escala de incerteza que vai da certeza à incerteza tendo o zero como um atributo "provável" sobre a variável em questão. Como resultado os valores de incerteza ficaram plotados na parte superior do gráfico e os valores de certeza na parte inferior do gráfico.

A média de incerteza das variáveis foi negativa apontando (-0,5), ou seja, apresentou-se uma leve tendência para o aspecto de "certeza" das variáveis, e, como o valor ficou próximo de zero, pode-se dizer que houve uma distribuição equilibrada nas variáveis quanto a certeza-incerteza das mesmas.

O primeiro quartil acusou (0,35), o segundo quartil (-0,6) e o terceiro quartil (-1,2). O desvio padrão acusou o valor de (1,19). A atribuição de incerteza ou certeza das variáveis se deu através da própria escala, ou seja, variáveis com valores de incerteza superiores a zero foram tidas como variáveis de "incerteza". Por outro lado, variáveis com valor de incerteza negativa foram tidas como variáveis de "tendência".

A distribuição de freqüência dos valores de incerteza estão descritas no gráfico:

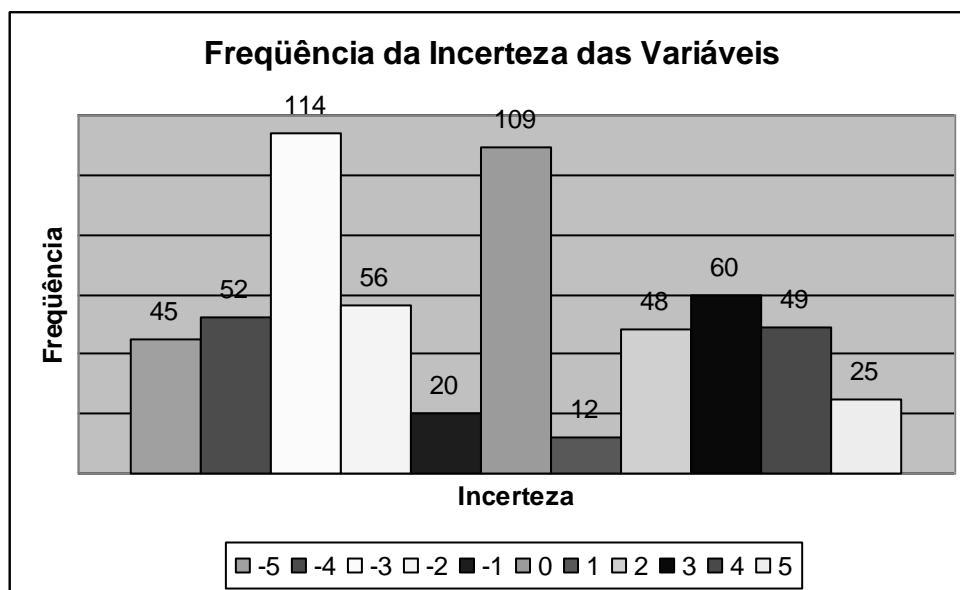



Gráfico de frequência da incerteza das variáveis

Matriz de importância e incerteza

Depois de estabelecida a importância e a incerteza das variáveis, os dados foram combinados na forma de uma matriz. Ao plotar os pontos para cada variável, o valor do eixo horizontal correspondeu à importância da variável e o eixo vertical ao grau de incerteza. Vale notar que na adaptação da matriz de importância e incerteza para esse trabalho optou-se por padronizar os valores positivos do eixo vertical correspondendo a grau crescente de incerteza. Segue a matriz na fig. 12:

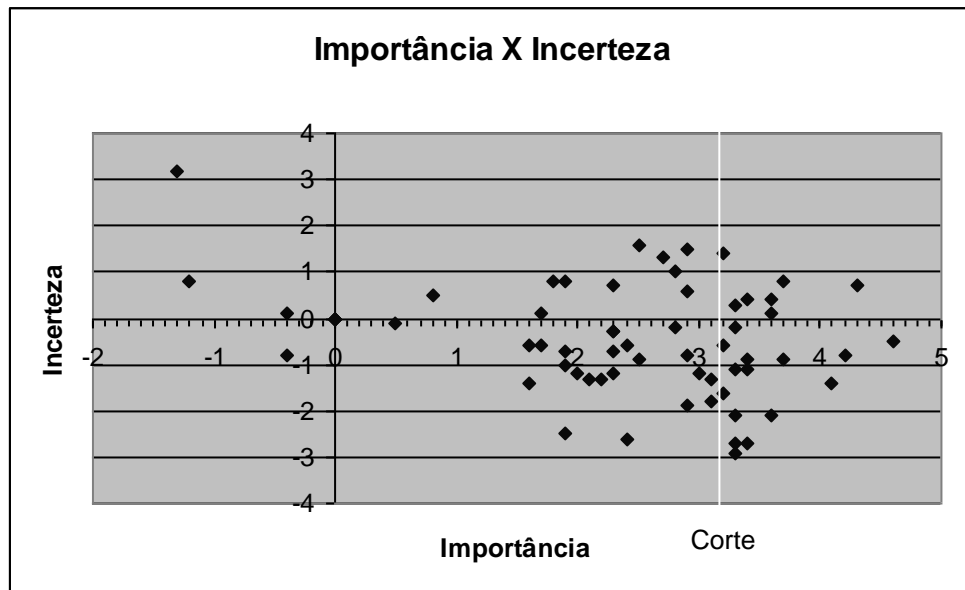



Gráfico da matriz de importância e incerteza

A seleção das variáveis para a próxima etapa do estudo se deu através do corte à direita do terceiro quartil (3,3) no eixo horizontal (importância). Além da eleição das dezenove variáveis que se situaram no terceiro quartil, duas variáveis foram incluídas pelo fato de serem fatores críticos para o desenvolvimento do etanol de segunda geração, a variável (Usinas 3 - Concorrência pelo bagaço entre etanol de segunda geração e a bioeletricidade) e (Órgãos de fomento à pesquisa 2 - Mudanças genéticas e fisiológicas na cana para pré hidrolisar o bagaço na fase agrícola).

Essas duas variáveis foram incluídas por serem variáveis fundamentais para o desenvolvimento tecnológico do etanol de segunda geração. No caso da variável Usinas - 3, especialistas ligados à usinas de etanol de primeira geração atribuíram nota máxima para importância dessa variável em relação ao futuro do etanol de segunda geração,

principalmente porque a decisão futura de investimento em tecnologia de segunda geração concorre diretamente com o investimento na tecnologia de geração de eletricidade com a queima do bagaço na usina. A variável Órgãos de Fomento à pesquisa - 2, foi selecionada para a fase seguinte por dois motivos. Primeiro, foi atribuída nota máxima na sua importância pelos especialistas ligados ao fomento de pesquisa tecnológica para o etanol de segunda geração. Também pelo fato de ser uma variável nova, que alguns dos outros especialistas das áreas econômica e política não tinham conhecimento da importância respectiva. Por esse motivo, decidiu-se incluí-las na próxima etapa da pesquisa. Das vinte e uma variáveis selecionadas, doze pertecem ao macroambiente e nove aos stakeholders. O fato da maior parte das variáveis pertecer ao macro-ambiente está ligado ao aspecto complexo e de longo prazo do desenvolvimento do etanol de segunda geração. Por se tratar de um desenvolvimento referente à mudança da matriz energética de um país, muitos fatores de influência abrangente fazem parte da análise. A tabela 1 apresenta os dados consolidados dessa etapa:

Média e desvio padrão das variáveis usadas na segunda fase do estudo:

Dados - Segunda Fase do Estudo	Média		Desvio Padrão	
Variáveis	Importância	Incerteza	Importância	Incerteza
Adequação do setor às normas trabalhistas	3,3	-0,2	2,45	2,82
Adesão ao zoneamento agroambiental	2,4	-2,6	2,59	2,76
Agravamento das mudanças climáticas	3,3	-1,1	2,11	2,38
Alinha estratégias de pesquisa segundo necessidades da indústria	2,9	-1,9	1,97	2,77
Alto potencial produtivo de biomassa no Brasil	3,6	-2,1	1,35	3,87
Aproveitamento do bagaço pós-hidrólise para fabricação de ração animal	-1,2	0,8	2,53	3,05
Aspecto estratégico na diversificação da matriz energética	3,6	0,4	1,07	2,76
Ausência de tarifas alfandegárias nos EUA para o açúcar produzido no nordeste brasileiro	-0,4	0,1	3,69	3,07
Baixo preço da energia elétrica	2,7	1,3	2,5	2,71
Biossegurança de OGMs	1,6	-1,4	3,6	2,88
Comoditização do etanol	3,4	0,4	1,51	3,27
Competição com alimentos por uso da terra	-0,4	-0,8	3,57	3,29
Concorrência pelo bagaço entre etanol de segunda geração e a bioeletricidade	3,2	-0,6	1,87	2,37

Criação de subsídios para consolidação do etanol de segunda geração	3,3	0,3	2,67	2
Descoberta de jazidas de petróleo	2,3	0,7	2,16	2,98
Desenvolve e fornece equipamentos para tratamento do bagaço e produção de enzimas	3,2	-1,6	1,55	2,07
Diminuição do impacto ambiental promovido pelo etanol de segunda geração	3,1	-1,8	2,81	3,19
Facilita o desenvolvimento técnico e econômico do setor	2,3	-0,3	1,7	2,54
Financia a pesquisa nos gargalos técnicos para consolidação do etanol de segunda geração	3,3	-2,1	2,83	2,38
Fixação de metas internacionais de emissões de CO2	2,9	0,6	2,92	3,13
Fonte de informação para aquisição de tecnologia	0,5	-0,1	1,72	2,56
Força a construção de alcooldutos e a utilização da infra-estrutura petroquímica	1,9	-1	3,57	2,49
Força a construção de plantas de etanol de segunda geração em escala pré-industrial	2,5	1,6	2,64	2,22
Força a criação de centros de pesquisa	2,8	-0,2	2,78	3,61
Força a disseminação do carro elétrico	-1,3	3,2	1,95	2,15

Força a elaboração de simuladores de usinas de etanol de segunda geração	3	-1,2	1,49	3,01
Força a formação de recursos humanos	4,2	-0,8	0,79	3,01
Força a integração da tecnologia de 1.a geração com a tecnologia de 2.a geração	4,1	-1,4	0,88	3,13
Força a internacionalização da tecnologia Flex-fuel	2,8	1	2,39	2,54
Força a mecanização agrícola	3,4	-2,7	2,55	3,16
Força abertura de mercados nacionais e internacionais para o etanol brasileiro	3,4	-0,9	2,37	2,69
Força diminuição do custo de produção das enzimas através do aumento da escala produtiva	2,5	-0,9	2,72	2,96
Força equilíbrio entre oferta e demanda de etanol no mercado interno	2,1	-1,3	2,51	2,98
Força menores taxas de juros para financiamento de tecnologia de segunda geração	3,2	1,4	1,75	2,17
Força o desenvolvimento de biorreatores para produção em larga escala	2,3	-1,2	2,63	2,2
Força o desenvolvimento de cana transgênica para aumentar produção na fase agrícola	2,2	-1,3	1,55	2,26
Força o desenvolvimento de equipamentos para fase agrícola	0,8	0,5	2,86	2,42

Força o desenvolvimento de métodos mais eficientes de tratamento do bagaço	3,1	-1,3	1,66	3,3
Força o desenvolvimento de microorganismos mais eficientes	2,9	1,5	2,42	2,76
Força o desenvolvimento de motores leves e pesados movidos à etanol	1,9	0,8	3,54	2,74
Forma a opinião pública favorável ou desfavorável sobre o etanol de segunda geração	1,6	-0,6	2,91	2,67
Garante direitos sobre inovação tecnológica	1,9	-0,7	2,56	2,45
Logística brasileira favorável para uso da biomassa (bagaço)	3,3	-2,9	1,06	3,31
Mudanças genéticas e fisiológicas na cana para pré-hidrolisar o bagaço na fase agrícola	2,3	-0,7	2,91	2,75
Pesquisa brasileira em biocombustíveis é internacionalizada e possuidora de classe mundial	3,7	-0,9	1,06	2,96
Preço do açúcar	1,7	0,1	3,37	3
Preço do etanol	4,6	-0,5	0,7	3,14
Preço do petróleo	4,3	0,7	1,06	4,14
Produção de plástico biodegradável a partir do etanol	2,4	-0,6	3,1	2,59
Produção simultânea de etanol de segunda geração, açúcar, bioeletricidade e derivados	2,9	-0,8	2,51	3,79

Protecionismo estrangeiro	2,3	-0,3	2,58	2,41
Recolocação motivada pela mecanização do campo	1,7	-0,6	3,43	2,12
Tendência de fusões e aquisições no setor	3,3	-2,7	1,42	2,71
Término da queima e da colheita manual da cana	3,4	-1,1	2,41	2,6
Uso sustentável da água	2	-1,2	3,02	2,53
Valor relativo das moedas estrangeiras	1,8	0,8	2,25	3,29
Viabilidade de hidrolisar resíduos agrícolas	3,7	0,8	1,49	3,61

Variáveis selecionadas para terceira etapa do estudo

O resultado final da segunda etapa do estudo encontra-se no quadro abaixo que contém a lista das variáveis selecionadas para tereira fase do estudo, sua descrição e a categoria (tendência ou incerteza) a que essas variáveis pertencem.

Variáveis qualificadas para identificação das variáveis-chaves

Variável	**Descrição**	**Categoria**
Usinas - 1	Força a mecanização agrícola	Tendência
Aspectos Ambientais - 2	Agravamento das mudanças climáticas	Tendência
Aspectos Econômicos - 10	Alto potencial produtivo de biomassa no Brasil	Tendência
Aspectos Econômicos - 2	Preço do petróleo	Incerteza
Aspectos Econômicos - 5	Logística brasileira favorável para uso da biomassa (bagaço)	Tendência
Aspectos Econômicos - 7	Tendência de fusões e aquisições no setor	Tendência
Aspectos Econômicos - 9	Preço do etanol	Tendência
Aspectos Políticos - 1	Comoditização do etanol	Incerteza
Aspectos Políticos - 2	Criação de subsídios para consolidação do etanol de segunda geração	Incerteza
Aspectos Políticos - 4	Aspecto estratégico na diversificação da matriz energética	Incerteza

Aspectos Sociais - 1	Adequação do setor às normas trabalhistas	Tendência
Aspectos Sociais - 2	Término da queima e da colheita manual da cana	Tendência
Aspectos Tecnológicos - 3	Viabilidade de hidrolisar resíduos agrícolas	Incerteza
Aspectos Tecnológicos - 5	Pesquisa brasileira em biocombustíveis é internacionalizada e possuidora de classe mundial	Tendência
Centro de Tecnologia - 2	Força o desenvolvimento de coquetéis enzimáticos mais eficientes	Incerteza
Entidade de Classe - 1	Força abertura de mercados nacionais e internacionais para o etanol brasileiro	Tendência
Órgãos de Fomento à Pesquisa - 1	Financia a pesquisa nos gargalos técnicos para consolidação do etanol de segunda geração	Tendência
Órgãos de Fomento à Pesquisa - 2	Mudanças genéticas e fisiológicas na cana para pré-hidrolisar o bagaço na fase agrícola	Tendência
Universidade - 2	Força a formação de recursos humanos	Tendência
Usinas - 2	Força a integração da tecnologia de 1.a geração com a tecnologia de 2.a geração	Tendência

Usinas - 3	Concorrência pelo bagaço entre etanol de segunda geração e a bioeletricidade	Tendência

Terceira Fase da coleta de dados

Nessa etapa buscou-se identificar quais variáveis condicionam as demais, assim como estabelecer uma tipologia de comportamento das mesmas quanto a sua influência e dependência.

Identificação das variáveis-chaves do estudo

Uma vez obtidas as variáveis mais importantes e sua natureza quanto à incerteza, toma-se por objetivo descobrir quais são as variáveis que condicionam o sistema em estudo, ou seja, quais variáveis influenciam as demais ou delas são dependentes. Com isso, espera-se obter as variáveis-chaves do sistema, e a partir delas construir os cenários para o etanol de segunda geração em São Paulo para os próximos dez anos.

O método empregado, reside em combinar as variáveis selecionadas na etapa anterior e analizá-las aos pares, primeiro comparando sua importância relativa, ou seja, identificando qual é a mais importante, segundo,

identificando se existe dependência entre elas, se essa relação de dependência é de causa ou efeito e, finalmente, se o grau dessa dependência é alto, médio ou baixo. Pontos foram atribuídos para a influência e dependência das variáveis, conforme se descreve abaixo.

A combinação dos pares das 21 variáveis selecionadas na etapa anterior geraram 20 planilhas de coleta de dados que continham as combinações possíveis entre as 21 variáveis, resultando em 210 questões. Os especialistas foram consultados um a um, sendo que dada a extensão do questionário desta terceira etapa, alguns tiveram que respondê-lo em mais de um encontro.

Para que se computassem os dados do quesito influência, atribuiu-se pontos positivos acumuláveis na razão de 1 (um) ponto, para cada variável à qual fosse atribuída uma influência maior que à comparada. Portanto, a pontuação máxima de influência obtida por uma variável foi de 20 pontos.

Para o quesito dependência, primeiro identificou-se se havia uma relação de interdependência entre os pares de variáveis comparados. Em seguida, identificou-se qual era a variável causa e qual era a variável efeito dessa relação. Então, fora atribuido 1, 2 ou 3 pontos acumuláveis para os graus baixo, médio ou alto desta dependência sobre as variáveis efeito. Assim, a pontuação máxima para o quesito dependência foi de 60 pontos.

Os dez especialistas foram consultados e foram calculadas as médias das respostas para cada variável de influência e

dependência, e as médias foram normalizadas. Para as médias de influência a pontuação máxima (20) foi equiparada a uma escala de 100 pontos. Para os valores de dependência a normalização se deu equiparando o valor médio das 21 variáveis a 50 pontos.

Resultados da influência e dependência das variáveis

Os resultados apontaram que duas variáveis condicionam o sistema como um todo. A variável mais influente foi a referente aos órgãos de fomento à pesquisa, financia a pesquisa nos gargalos técnicos para consolidação do etanol de segunda geração, com 77 pontos. A variável menos influente foi a referente aos aspectos sociais (adequação às normas trabalhistas) com 23 pontos de influência. A variável menos dependente foi o preço do petróleo, com dependência 0 em relação às outras variáveis. A variável mais dependente foi a referente à concorrência pelo bagaço entre a geração de energia elétrica e produção de etanol de segunda geração (84,1).

A tabela a seguir aponta os valores medianos da influência e da dependência das variáveis estudadas na terceira etapa com a respectiva normalização:

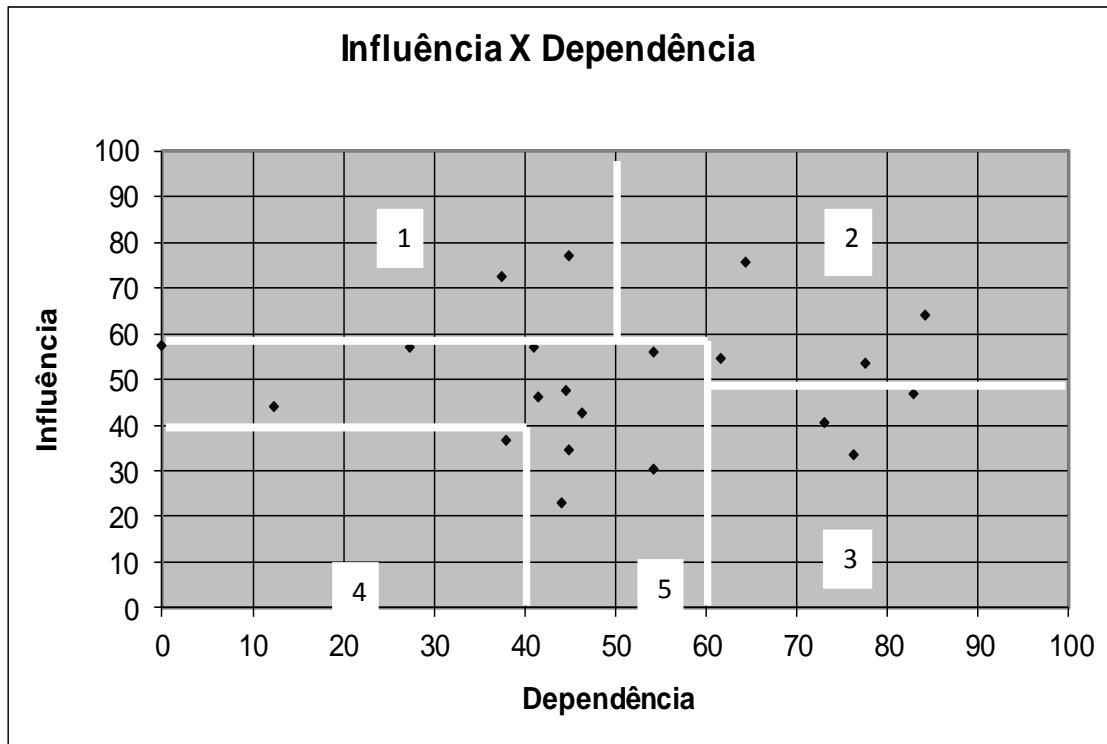
Médias e normalização da influência e da dependência das variáveis:

Variável	Média Influência	Média Dependência	Influência Normalizada	Dependência Normalizada
Aspectos Sociais - 1	4,6	10,0	23,0	44,1
Aspectos Ambientais - 2	8,8	2,8	44,0	12,3
Aspectos Econômicos - 10	11,4	6,2	57,0	27,3
Aspectos Econômicos - 2	11,5	0,0	57,5	0,0
Aspectos Econômicos - 5	11,4	9,3	57,0	41,0
Aspectos Econômicos - 7	9,5	10,1	47,5	44,5
Aspectos Econômicos - 9	8,1	16,6	40,5	73,1
Aspectos Políticos - 1	10,9	14,0	54,5	61,7
Aspectos Políticos - 2	14,5	8,5	72,5	37,4
Aspectos Políticos - 4	6,1	12,3	30,5	54,2
Aspectos Sociais - 2	6,9	10,2	34,5	44,9
Aspectos Tecnológicos - 3	6,7	17,3	33,5	76,2
Aspectos Tecnológicos - 5	8,5	10,5	42,5	46,3
Centro Tec.- 2	15,1	14,6	75,5	64,3
Entidade de Classe - 1	10,7	17,6	53,5	77,5
Órgãos de Fomento à Pesquisa - 1	15,4	10,2	77,0	44,9
Órgãos de Fomento à Pesquisa - 2	11,2	12,3	56,0	54,2
Universidade - 2	9,2	9,4	46,0	41,4
Usinas - 1	7,3	8,6	36,5	37,9
Usinas - 2	9,4	18,8	47,0	82,8
Usinas - 3	12,8	19,1	64,0	84,1

O desvio padrão das variáveis estudadas nessa etapa apresentou os seguintes valores:

Variável	Desvio padrão da influência	Desvio padrão dependência
Aspectos Ambientais - 2	7,3	5,3
Aspectos Econômicos - 10	2,4	3,2
Aspectos Econômicos - 2	5,2	0,0
Aspectos Econômicos - 5	3,5	5,0
Aspectos Econômicos - 7	4,1	8,9
Aspectos Econômicos - 9	3,9	12,5
Aspectos Políticos - 1	4,3	7,4
Aspectos Políticos - 2	5,2	6,7
Aspectos Políticos - 4	2,8	6,8
Aspectos Sociais - 1	2,3	9,2
Aspectos Sociais - 2	5,4	10,9
Aspectos Tecnológicos - 3	4,1	9,8
Aspectos Tecnológicos - 5	4,7	6,7
Centro Tec.- 2	2,3	3,5
Entidade de Classe - 1	4,6	10,3
Órgãos de Fomento à Pesquisa - 1	3,6	8,1
Órgãos de Fomento à Pesquisa - 2	6,0	5,9
Universidade - 2	4,5	10,2
Usinas - 1	4,3	11,1
Usinas - 2	2,9	8,0
Usinas - 3	4,3	8,2

Matriz influência e dependência

Segue abaixo a matriz de influência e dependência referente a terceira etapa desse estudo

Matriz de influência e dependência

A consolidação dos pontos plotados no gráfico referente à matriz de influência e dependência é a classificação das variáveis nos respectivos campos da matriz, apontando quais são as variáveis-chaves (setor 1), as variáveis de transmissão (setor 2), as variáveis resultantes (setor 3), as variáveis excluídas (setor 4) e as variáveis meio-termo (setor 5).

O setor 1 representa as variáveis de alta influência e baixa dependência, que condicionam o resto do sistema. O setor 2 representa variáveis de grande influência e dependência. Instabilidade e interferência nas demais variáveis são características intrínsecas. O setor 3 representa variáveis de

baixa influência e alta dependência. Influenciam pouco o sistema e não possuem dependência com outras variáveis do sistema. Podem ser desconsideradas. O setor 5 se refere às variáveis de influência e dependência mediana.

Tabela final com a classificação das variáveis

O resultado final da terceira etapa desse estudo está resumido no quadro abaixo, com o enquadramento das variáveis nos cinco campos da matriz de influência e dependência.

Classificação das variáveis nos cinco campos da matriz de influência e dependência

Variável	Descrição	Categoria	Setor
Aspectos Ambientais - 2	Agravamento das mudanças climáticas	Tendência	5
Aspectos Econômicos - 10	Alto potencial produtivo de biomassa no Brasil	Tendência	5
Aspectos Econômicos - 2	Preço do petróleo	Incerteza	5

Aspectos Econômicos - 5	Logística brasileira favorável para uso da biomassa (bagaço)	Tendência	5
Aspectos Econômicos - 7	Tendência de fusões e aquisições no setor	Tendência	5
Aspectos Econômicos - 9	Preço do etanol	Tendência	3
Aspectos Políticos - 1	Comoditização do etanol	Incerteza	2
Aspectos Políticos - 2	Criação de subsídios para consolidação do etanol de segunda geração	Incerteza	1
Aspectos Políticos - 4	Aspecto estratégico na diversificação da matriz energética	Incerteza	5
Aspectos Sociais - 1	Adequação do setor às normas trabalhistas	Tendência	5
Aspectos Sociais - 2	Término da queima e da colheita manual da cana	Tendência	5
Aspectos Tecnológicos - 3	Viabilidade de hidrolisar resíduos agrícolas	Incerteza	3
Aspectos Tecnológicos - 5	Pesquisa brasileira em biocombustíveis é internacionalizada e possuidora de classe mundial	Tendência	5
Centro de Tecnologia - 2	Força o desenvolvimento de coquetéis enzimáticos mais eficientes	Incerteza	2

Entidade de Classe - 1	Força abertura de mercados nacionais e internacionais para o etanol brasileiro	Tendência	2
Órgãos de Fomento à Pesquisa - 1	Financia a pesquisa nos gargalos técnicos para consolidação do etanol de segunda geração	Tendência	1
Órgãos de Fomento à Pesquisa - 2	Mudanças genéticas e fisiológicas na cana para pré-hidrolisar o bagaço na fase agrícola	Tendência	5
Universidade - 2	Força a formação de recursos humanos	Tendência	5
Usinas - 1	Força a mecanização agrícola	Tendência	4
Usinas - 2	Força a integração da tecnologia de 1.a geração com a tecnologia de 2.a geração	Tendência	3
Usinas - 3	Concorrência pelo bagaço entre etanol de segunda geração e a bioeletricidade	Tendência	2

As variáveis escolhidas para cenarização foram o preço do petróleo (Aspectos econômicos 2) e o subsídio governamental para apoiar o desenvolvimento do etanol de segunda geração (Aspectos Políticos - 2). Ambas variáveis são de INCERTEZA. É fundamental para construção dos

cenários que os eixos principais de cenarização sejam compostos por variáveis de incerteza.

As variáveis do setor 2, variáveis de transmissão, mostram-se claramente dependentes das variáveis do setor 1. A variável "Força o desenvolvimento de coquetéis enzimáticos mais eficientes" (Centro de Tecnologia - 2) é nitidamente dependente da variável-chave de investimento em gargalos técnicos, visto que os coquetéis enzimáticos são um dos principais gargalos técnicos para o desenvolvimento do etanol de segunda geração. As ligadas à abertura de mercado "Força abertura de mercados nacionais e internacionais para o etanol brasileiro" (Entidade de Classe - 1) e "Comoditização do etanol" (Aspectos Políticos - 1), são alguns dos possíveis desdobramentos naturais (no longo prazo) de uma política de subsídios para consumo e produção de etanol de segunda geração. Aos moldes do que foi feito no pró-álcool, criando mistura compulsória de etanol na gasolina e financiando o desenvolvimento do setor com taxas de juros diferenciadas. O incremento da concorrência pelo bagaço entre etanol de segunda geração e bioeletricidade, por sua vez, pode resultar do sucesso das pesquisas em etanol de segunda geração e a criação de mercados iniciais para o seu desenvolvimento. Voltar-se-á a esse ponto mais adiante.

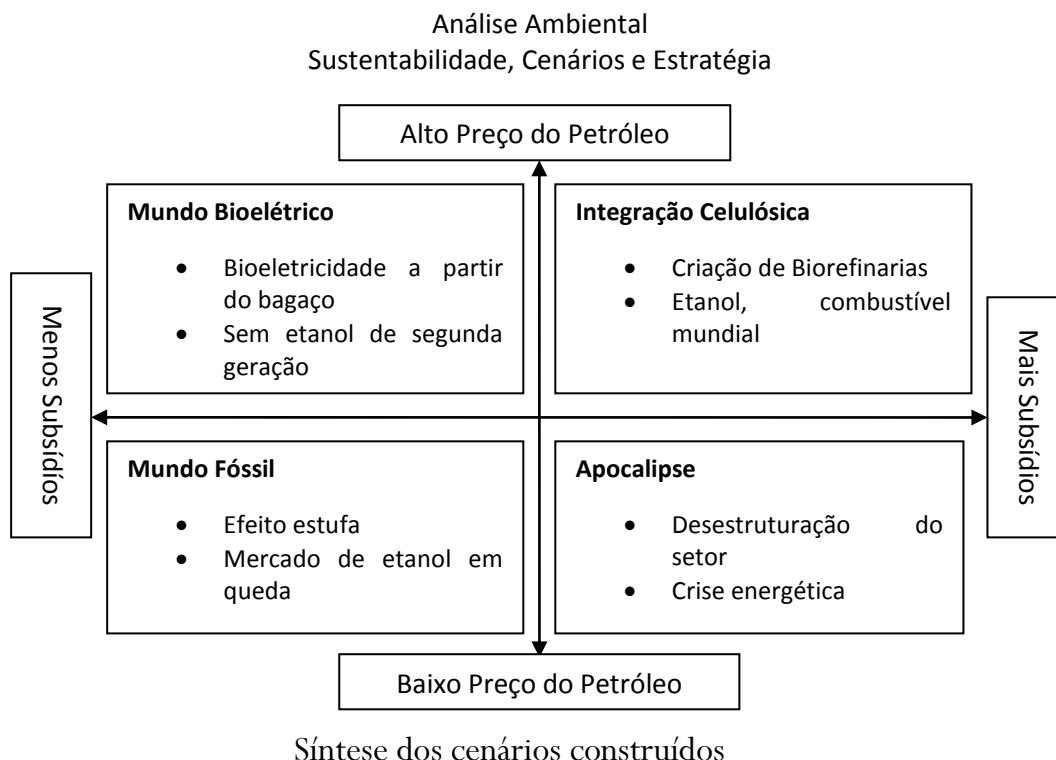
As variáveis do terceiro setor são variáveis de alta dependência. O preço do etanol é uma delas que diferente do preço do petróleo - que não mostrou dependência de outras variáveis aqui estudadas - é dependente da produtividade das usinas, dos investimentos em tecnologia,

das políticas de mistura compulsória, entre outros fatores. Entretanto o preço do etanol é regulado pelo governo e mesmo dependendo de mais variáveis é mais previsível que o preço do petróleo. Por ser mais previsível, uma tendência de estabilidade notória, interfere previsivelmente no futuro do etanol de segunda geração. O desenvolvimento do etanol de segunda geração depende do preço do etanol de primeira geração como uma barreira a ser vencida do ponto de vista do custo marginal de produção.

Ao se considerar que há uma tendência futura de integração da tecnologia de primeira e segunda geração nas usinas "Força a integração da tecnologia de 1.a geração com a tecnologia de 2.a geração" (Usinas - 2), o preço do etanol será uma resultante do custo de produção do etanol de primeira geração e do custo marginal de produção adicional do etanol de segunda geração.

Já a viabilidade de hidrolisar outros resíduos agrícolas (Aspectos Tecnológicos - 3) vem compor mais um fator na cesta de elementos que configurarão a oferta de etanol futura e seu respectivo preço, mas é um fator exógeno e incerto. Há pouca pesquisa no Brasil sobre hidrólise de casca de arroz e torta de soja, além de problemas logísticos para viabilizar os custos dessa empreitada.

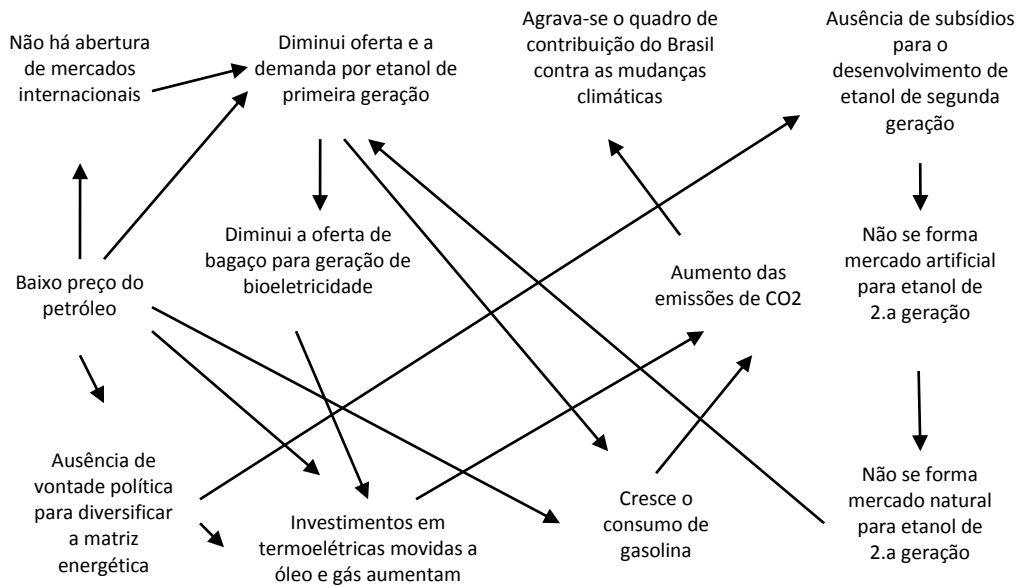
o comportamento de variáveis-chaves e variáveis dependentes. Com tais interações formou-se uma imagem processual na elaboração de eventos futuros. Os quatro enredos originados seguem adiante.

Síntese dos cenários construídos

Os cenários construídos

Integração Celulósica

O alto preço do petróleo impulsiona o setor bioenergético de forma abrangente. O primeiro desdobramento direto é a valorização da política de diversificação da matriz energética brasileira. No panorama internacional também se incrementa a tendência de abertura internacional para mercado de biocombustíveis. O etanol se torna uma commoditie aumentando ainda mais o mercado e a escala produtiva do etanol de primeira geração produzido no Brasil. Dada a competitividade do preço do etanol frente à gasolina, assiste-se uma multiplicação de investimentos na sua produção. Os

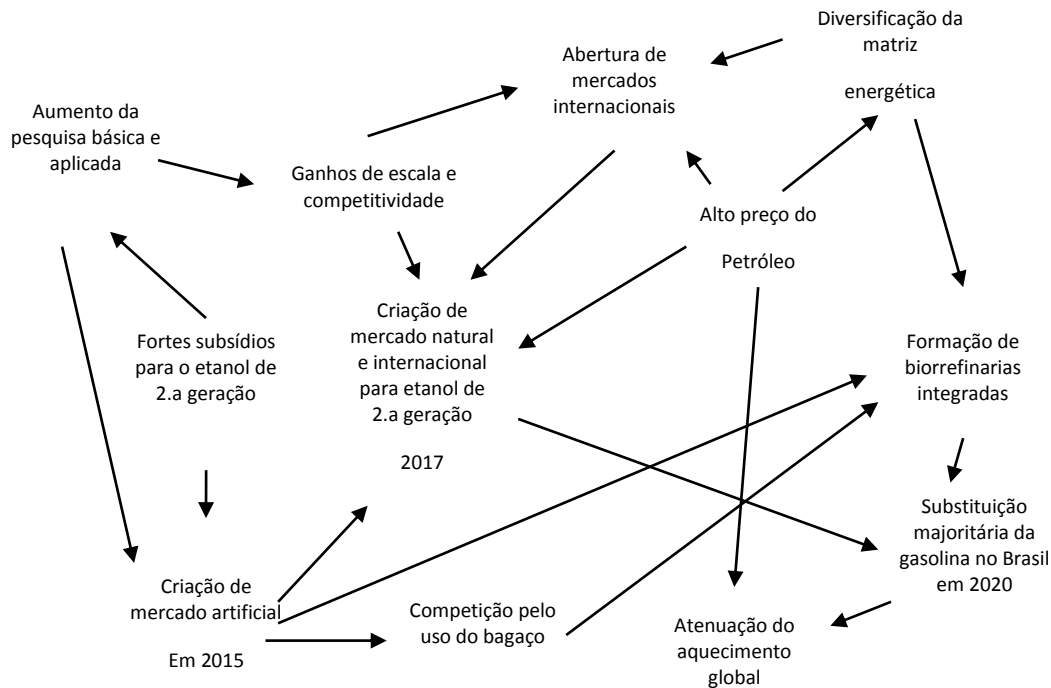
financiamentos em pesquisa para o etanol de segunda geração aumentam constantemente. O mercado artificial criado pelos subsídios no Brasil com a adição compulsória de etanol de segunda geração no etanol de primeira geração e incentivos fiscais para sua comercialização nasce em 2015. A queima do bagaço da cana-de-açúcar para geração de eletricidade cede parte de seu espaço para a produção de etanol de segunda geração através da conversão dessa biomassa, visto que seu valor agregado é maior que o da bioeletricidade. Pelo fato de ser uma energia estocável, o etanol de primeira geração misturado ao etanol de segunda geração atinge o mercado internacional. Em 2017 consolida-se um feliz encontro. A oxigenação contínua do governo para o desenvolvimento do etanol de segunda geração encontra um ambiente propício para que o mercado adote-o largamente. Tais fatores, em 2020, geram um ciclo virtuoso. A curva de aprendizagem de produção de etanol de segunda geração diminui seus custos, o mercado absorve essa oferta, o que aumenta a escala produtiva e faz os custos produtivos diminuírem ainda mais. As usinas se transformam em biorrefinarias, integrando em larga escala as tecnologias de primeira e segunda geração. O etanol passa a substituir o consumo de gasolina, o que melhora o panorama que vivia-se no tocante a contribuição do Brasil no aquecimento global.

Síntese lógica do cenário Integração celulósica

Adaptado de Raele et. al (2014)

Mundo Bioelétrico

Por questões políticas o governo brasileiro não implementa programas de subsídios para o etanol de segunda geração. Não há incentivos fiscais para comercialização do etanol de segunda geração e não há mistura compulsória de etanol de segunda geração no etanol de primeira geração. Não se formam oferta e demanda para o etanol de segunda geração. O alto preço do petróleo aumenta a demanda pelo de etanol de primeira geração, e força a abertura de mercado internacional para os biocombustíveis. Em vista de tal panorama, o setor produtivo opta por investir na expansão e no desenvolvimento do etanol de primeira geração. Em 2013 o etanol se torna uma

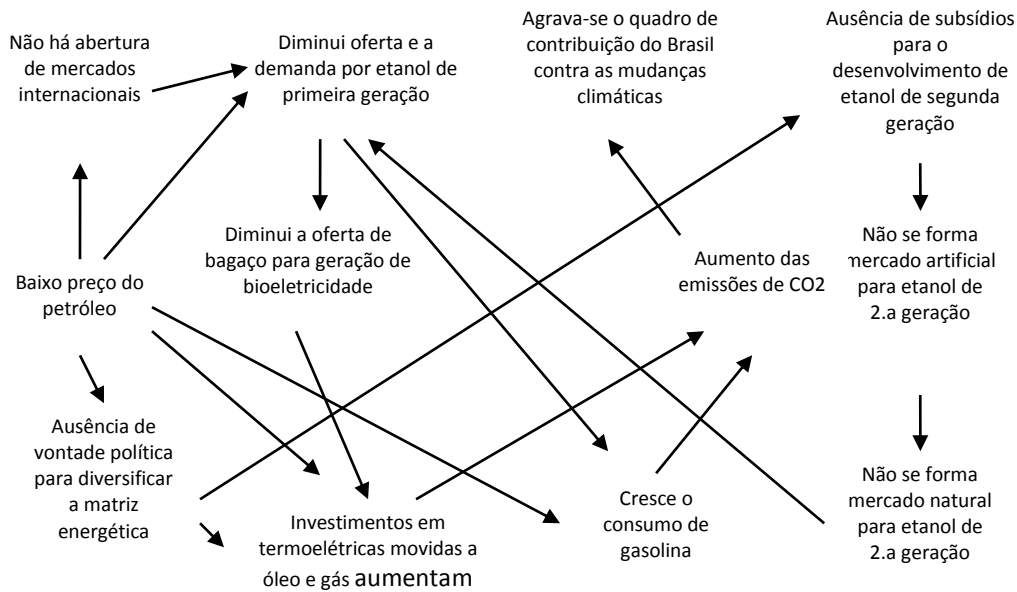
commoditie, reforçando essa dinâmica de investimentos e provocando fusões e aquisições no setor. Em 2015 os investimentos na capacidade produtiva instalada ocasionam o crescimento expressivo da produção de etanol de primeira geração e, consequentemente aumenta a disponibilidade de bagaço nas usinas. A logística favorável para queima de bagaço nas usinas faz com que a geração de eletricidade com a queima dessa biomassa nas caldeiras se torne uma opção interessante. Ocorre uma nova onda de investimentos em caldeiras de alta pressão e turbinas para co-geração. O governo brasileiro revê a regulamentação do mercado de energia elétrica. Os dois fatores juntos resultam em um incremento na oferta de bioeletricidade em 2017. Ganhos de escala crescentes diminuem os custos da bioeletricidade o que novamente aumenta o mercado da mesma. A geração de bioeletricidade inibe a implantação de termoelétricas a gás e óleo. O consumo de gasolina no Brasil e nos seus parceiros comerciais é substancialmente substituído. Em 2020, o Brasil reforça sua posição de destaque na luta contra o aquecimento global.

Síntese lógica do cenário mundo bioelétrico

Adaptado de Raele et. al (2014)

Mundo Fóssil

Com o preço do petróleo em queda não há vontade política para abrir mercados para o etanol brasileiro. Há pouco incentivo para diversificação na matriz energética e o consumo de etanol de primeira geração no Brasil cai em 2012. O etanol não se torna uma commoditie. Em vista de tais fatores, em 2013, o Brasil decide não implementar subsídios para o etanol celulósico, visto que a demanda por etanol de primeira geração é menor que a

oferta do combustível. Não há incentivos fiscais ou mistura compulsória para o etanol de segunda geração. Em 2015 não se formou oferta ou demanda artificial para o etanol de segunda geração, inclusive porque sem incentivos, a tecnologia não migrou dos laboratórios para as usinas. O mercado de etanol de primeira geração diminui. O aumento teórico na disponibilidade de biomassa para co-geração de bioeletricidade, gerado pela ausência de demanda por celulose para produção de etanol de segunda geração, não se concretiza, pelo fato da diminuição da produção de etanol de primeira geração resultar na diminuição da produção de bagaço para co-geração. Os investimentos em co-geração de energia elétrica a partir de biomassa congelam. Aumentam os investimentos em termoelétricas movidas a gás e óleo no Brasil. Em 2017 o preço do petróleo atinge seu nível mais baixo. As termoelétricas a óleo operam em seu limite máximo, dado o crescimento da economia impulsionado pelo baixo preço do petróleo. O consumo de gasolina cresce e as emissões de gás carbônico do Brasil em 2020 apontam para um panorama sombrio no tocante às mudanças climáticas.

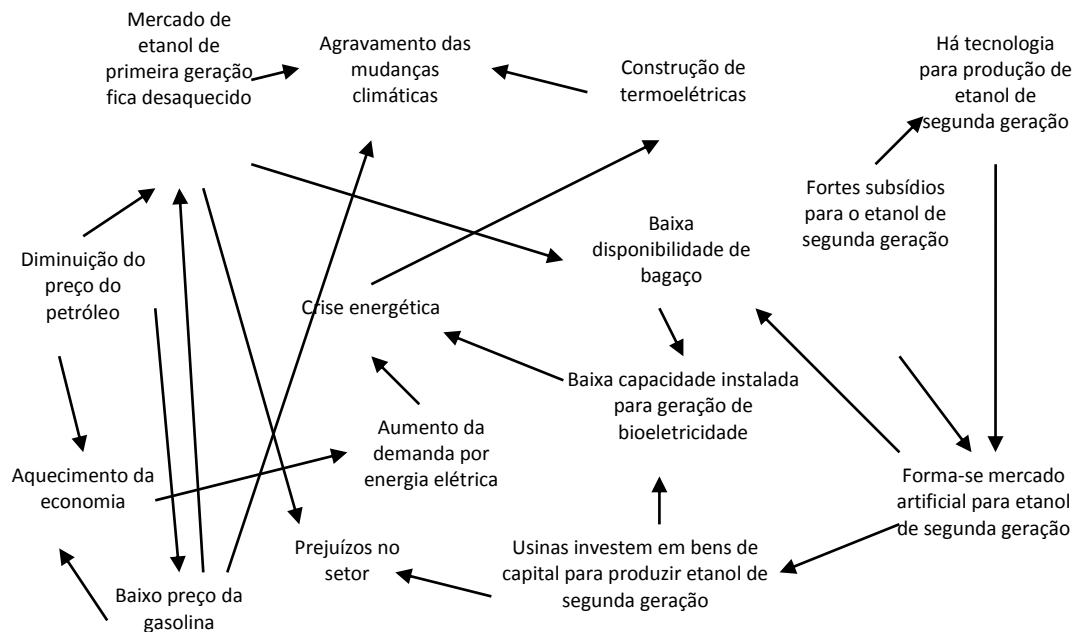
Síntese lógica do cenário mundo fóssil

Adaptado de Raele et. al (2014)

Apocalipse

Mesmo com o preço do petróleo em níveis baixos, em 2010, o governo brasileiro aposta fortemente no etanol de segunda geração. A tendência de investimentos em pesquisa é reforçada. Os gargalos técnicos para produção de etanol a partir de celulose são vencidos e coquetéis enzimáticos mais eficientes são desenvolvidos, gerando a possibilidade de produzir-se etanol celulósico em plantas piloto no ano de 2013. Dada a existência dessa possibilidade de oferta, o governo brasileiro implementa subsídios para criação de um mercado para o etanol de segunda geração em 2015. A mistura compulsória é garantida por lei. Todo etanol de primeira geração passa a ser adicionado com 5% de etanol celulósico e eliminam-se os impostos sobre a

comercialização de etanol de segunda geração. Há um mercado artificial para o etanol celulósico sob custas do governo. As usinas brasileiras, incentivadas por garantias de consumo previstas em lei, investem na tecnologia de segunda geração mesmo que, em 2015, o baixo preço do petróleo mantenha o mercado natural de etanol desaquecido. A co-geração de energia elétrica a partir do bagaço se mostra uma alternativa atraente para as usinas, mas essas não podem gerar energia elétrica por que investiram em bens de capital para produzir etanol de segunda geração ao invés de investir em caldeiras de alta pressão e turbinas de para geração de bioeletricidade. Cria-se uma assimetria: O investimento em tecnologia de conversão celulósica não atende o mercado que demanda por energia elétrica e gasolina. Termoelétricas a gás e óleo são construídas à "toque de caixa". Há uma desestruturação estratégica no setor de bioenergia. Em 2017 as medidas de incentivo para produção de etanol de segunda geração apresentam pesados prejuízos para o setor público e privado. Para as usinas o efeito contábil é devastador. A expectativa de um grande mercado de etanol não se concretiza. O prejuízo político do governo é imensurável. Há um conflito estrutural entre a baixa demanda por etanol no mercado, a alta capacidade de produção de etanol instalada e a alta demanda por energia elétrica sem possibilidade de suprimento no curto prazo. Devido ao aumento no consumo de eletricidade (oriundo do aquecimento da economia, fruto do baixo preço do petróleo) e a impossibilidade da sua produção, assisti-se a uma crise energética. O alto consumo de gasolina e o início da operação das termoelétricas movidas a óleo, em 2020 agravam as emissões de gás carbônico na atmosfera piorando o

desempenho brasileiro na mitigação de gases estufa e seu deletério efeito nas mudanças climáticas.

Síntese lógica do cenário Apocalipse

Adaptado de Raele et. al (2014)

Conclusões

A primeira conclusão a que se chegou com o estudo foi o reconhecimento que o desenvolvimento de uma nova matriz energética não é um problema puramente técnico. É sim um problema complexo, que envolve uma constelação articulada de organizações, e condições macro-ambientais (sociais, econômicas, políticas, tecnológicas e ecológicas). A criação de uma nova fonte na matriz energética não é a criação de um

produto, é sim uma conquista social em um processo civilizatório.

Sabe-se que diversos países têm interesse em limpar suas matrizes energéticas através da produção de bioenergia. Esse estudo deixa claro que é preciso criar uma teia de organizações articuladas entre si para que uma nova matriz energética seja formada de forma consistente e se sustenha no longo prazo. Desse ponto de vista, o estudo presente se torna um mapa interessante do que o Brasil tem construído nesse campo, além de ser uma contribuição que mostra alguns passos necessários para se pensar o futuro do setor de biocombustíveis.

Os cenários construídos nesse estudo mostraram-se capazes de fazer entender-se a dinâmica do setor e imaginar futuros plausíveis, favorecendo novos estudos e interpretações para tomada de decisões na busca de materializar cenários desejados, ou ainda, minimizar riscos apontados por cenários indesejados. Embora o objetivo do estudo não seja construir cenários estratégicos, certamente que os cenários aqui construídos podem indicar caminhos para se aprofundar o estudo de modo que isso se torne possível.

Os cenários também apresentaram possíveis riscos e oportunidades potencialmente até então não reconhecidas. De forma geral, eles mostraram que o desenvolvimento do etanol de segunda geração em escala industrial depende mais de fatores políticos e mercadológicos do que técnicos. Na verdade, embora a parte técnica viabilize a escala industrial, e constitua um enorme desafio, a evolução do etanol de segunda geração no

setor como um todo depende fundamentalmente de políticas e decisões estratégicas. Embora a pesquisa básica seja uma tendência de longo prazo, a sua migração para escala industrial é uma variável dependente de medidas político-econômicas.

Bibliografia da Parte 2

ARAÚJO, Luis César G. **Teoria Geral da Administração: aplicação e resultados nas empresas brasileiras**. Ed Atlas, SP, 2004.

AYRES, R. U e AXTELL, R. Foresight as a Survival Characteristic: when (if ever) does the long view pay? **Technological Forecasting and Social Change**, vol. 51, n.3, pg. 209-235, 1996.

BELL, Wendell e OLICK, Jeffrey K. An Epistemology for the Futures Field. **Futures**, April, 1989, pg115-135.

BOAVENTURA, João Mauricio Gama. **Um Modelo para Validar e Aprimorar a Visão de Futuro: Um Estudo no Setor de Automação Comercial**. Tese de Doutorado. São Paulo: FEA USP, 2003.

BOAVENTURA, João Maurício Gama, FISCHMANN, Adalberto Américo & COSTA, Benny Kramer. Cenários: Metodologias e Métodos de Construção. In: **Estratégia: direcionando negócios e organizações** [organizadores: Benny Kramer Costa, Martinho Isnard Ribeiro de Almeida]**.** Editora Atlas, São Paulo, 2005.

BOAVENTURA, João Maurício Gama, FISCHMANN, Adalberto Américo & COSTA, Benny Kramer. Desenvolvimento de um método para geração de variáveis-chaves de cenários: Um ensaio no setor de automação comercial no Brasil. In: **Estratégia Contemporânea: Internacionalização, cenários e redes/** [organizadores Benny Kramer Costa, Martinho Isnard Ribeiro de Almeida]**. -** Campinas, SP: Akademika Editora, 2008.

BOAVENTURA, João Maurício Gama and FISCHMANN, Adalberto Américo. Is your vision consistent? A method for checking, based on scenario concepts. **Futures** n.40 Pg.597–612, 2008.

BONTEMPO, Mary Tsutsui. **Análise comparativa dos métodos de construção de cenários estratégicos no planejamento empresarial.** Tese de Mestrado. São Paulo, FEA/USP. 2000.

BÖRJESON, Lena *et all*. Scenario types and techniques: Towards a user's guide. **Futures,** n.38 pg.723–739, 2006.

BRADFIELD, Ron et all - The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. **Futures**, vol.37, pg. 795-812, 2005.

BUCKERIDGE, M. S. (2009) – Routes to cellulosic ethanol: biotechnological solutions for sustainable improvement of cell wall degradation. **Workshop on hydrolysis route for cellulosic ethanol from sugarcane**. CTBE, Unicamp, 2009.

CHERMACK, Thomas J. - Improving decision-making with scenario planning. **Futures,** vol.36, pg. 295–309, 2004.

CLAUSEWITZ, Karl von. On war. Translated from the German by O.J. Matthijs Jolles. New York : The Modern Library, 1943.

COSTA, Eliezer A. **Gestão Estratégica**. São Paulo: Saraiva, 2002.

Collins Language on-line dictionary. Disponível em: www.collinslanguage.com, 30/maio/2009.

CRESWELL, John W. **Qualitative Inquiry and Research Design**. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 1998.

DREBORG, Karl H. Essence of Backcasting**. Futures**, vol.28, n.9, 1996, pg.813-828.

FAYOL, Henri. **Administração Industrial e Geral**. 10.ed. São Paulo : Atlas, 1990.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa**. Editora Nova Fronteira, 1995.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

GEORGANTAS, Nicolas C. e ACAR, Willian. **Scenario-Driven Planning: Learning to Manage Strategic**

Uncertainty. Westport, Connecticut: Quorum Books, 1995.

GODET, Michel. From Forecasting to 'La Prosoective'. A New Way of Looking at Futures. **Journal of Forecasting** Vol 1, n.3, pg.293-301, 1982.

GODET, Michel. **From Antecipation to Action**. Paris, UNESCO Publishing, 1993.

GODET, Michel e ROUBELAT, Fabrice. Creating the future: The use and misuse of scenarios. **Long Range Planning**, v. 29, n.2 pg. 164-171, 1996.

GOODE, Willian J. e HATT, Paul K. **Métodos em Pesquisa Social**. 4.a ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1972.

GOLDENBERG J. – Programa de bioenergia do Estado de São Paulo IN **Conferência nacional de bioenergia,** 2007, São Paulo. ORG. Francisco Costa. USP – CCS – Coordenadoria de comunicação social, 2007.

GOLDENBERG J., Coelho, S. T., Nastaric, P. M., Lucon, O. - Ethanol learning curve - the brazilian experience. **Biomass and Bioenergy,** Vol.26 pg.301–304, 2004.

HEIDJEN, Kees van der. **Planejamento de Cenários, a arte da conversação estratégica,** Trad. Carlos Alberto Silveira Netto Soares e Nivaldo Montingelli Jr. Porto Alegre: Bookman, 2004.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa**, versão 2.0a. Editora Objetiva, 2007.

HUSS, Willian R. e HONTON, Edward J. Scenario Planning - What Style Should You Use?. **Long Range Planning**, Vol. 20, No. 4, pg. 21-29, 1987.

JANTSCH, Erich. **Technological Forecasting in Perspective**. OCDE - Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, 1969

JOSEF, Henry Junior. Tecnologia de Motores Flexíveis IN **Biocombustíveis no Brasil, Realidades e Perspectivas**. PNUD e Ministério das Relações Exteriores do Brasil, Arte Impressa Editora Gráfica, 2007.

LASER, M.; Jin, H.; JAYAWARDHARA, K.; DALE, B. E.; LYND, L. R. Projected mature technology scenarios for convertion of cellulosic biomass to ethanol with co-prodution of themochemical fuel, power and/or animal feed protein. Draft of paper 7 in fothcoming special issue of **Biomass Bioenergy**, 2008.

LEITE, Rogério Cézar de Cerqueira – **O biocombustível no Brasil.** Autor secundário: Manoel, Régis L. V. Leal. Revista Novos Estudos CEBRAP, N. 78, julho 2007, pg. 15-21.

MAJOR, Edward, ASCH, David & CORDEY-HAYES, Martyn. Foresight as a Core Competence. **Futures**, vol.33, 2001, pg.91-107.

MAXIMIANO, Antônio Amaru. **Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. Ed Atlas, 2002.

MASON, David H. Scenario-based planning: decision model for the learning organization. **Planning Review,** vol.22, mar/apr, 1994, pg. 6-11.

______. Scenario Planning: Mapping the paths to the desired future**.** In Lian Fahey & Robert M. Randall (Orgs). **Learning from the future: competitive foresight scenarios, (**p.109-121). New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998

MASINI, Eleonora Barbieri & VASQUEZ, Javier Medina - Scenarios as Seen from a Human and Social Perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 65, pg. 49-66, 2000.

MILLETT, Stephen M. Battelle´s Scenario Analysis of a European High Tech Market. **Planning Review**, vol.20, n.2, 1992, pg.20-23.

MITROFF, Ian I. & EMSHOFF, James R. On Strategic assumption-making: a dialetical aproach to policy and planning. **Academy of management Review***,* vol.4, n.1, pg.1-12, 1979.

My Etmology Dictionary. Disponível em: http://www.myetymology.com, Acesso em: 30/maio/2009.

NOTTEN, Philip, W. F. van, Jan Rotmans, Marjolein B. A. van Asselt e Dale S. Rothman. An Updated scenario typology. **Futures**, n.35, 423-443, 2003.

PORTER, Michael E **Competitive Advantage**. New York: Free Press, 1985.

POSTMA, Theo J.B.M. e LIEBL, Franz - How to improve scenario analysis as a strategic management tool? **Technological Forecasting & Social Change** Vol.72, Pg. 161–173, 2005.

RINGLAND Gill. **Scenario Planning: managing for the future**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 1998.

RINGLAND, Gill. **Scenario Planning, Managing for the Future**. Ed. Jonh Wiley & Sons, 2006.

ROSSEL, C. E. V., PRADELLA, J. G. C., GÓMEZ, E. O., SQUINA, F. M.. (2009) – Pilot plant for processes development - PPDP - Sugarcane Bagasse and Trash Convertion to Bioethanol**. Workshop on hydrolysis route for cellulosic ethanol from sugarcane. Poster Session for Research Group Presentations Abstracts**. CTBE, Unicamp, 2009.

RAELE, R., BOAVENTURA, J. M. G., FISCHMANN, A. A., & SARTURI, G. (2014). Scenarios for the second generation ethanol in Brazil. **Technological Forecasting and Social Change**, 87, 205–223. doi:10.1016/j.techfore.2013.12.010

SACHS, I. – Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000300014 – **Revista de Estudos Avançados da USP**, vol.19 no.55 São Paulo Sept./Dec. 2005

SCHWARTZ, Peter. **A Arte da Previsão.** São Paulo, Editora Página Aberta Ltda, 1995.

SCHWARTZ, Peter. **A Arte da visão de longo prazo**. São Paulo: Nova Cultural, 2000.

SCHWARTZ, Peter. and OLGIVY. James, A. Ploting Your Scenarios. Plotting your scenarios. In: **Learning from the future: Competitive foresight scenarios** [organizadores, Liam Fahey and Robert M. Randall]**.** Editora Wiley, New York, 1998.

SHOEMAKER, Paul J. H. Multiple scenario development: its conceptual and behavioral foundation,. **Strategic Management Journal**, v.14, pg.193-213, 1993.

SHOEMAKER, Paul J. H. Scenario Planning: a tool for strategic thinking. **Sloan Management Review**, Winter, 1995, pg.25-40.

SLAUGHTER, Richard A. Foresight beyond strategy. **Long Range Planning**, 29, pg.156-63, 1996.

SUN TZU. **A Arte da Guerra - Edição Bilíngue.** Trad. Adam Sun. Editora Conrad, São Paulo, 2006.

THOMPSON, Susan - Biotechnology - Shape of Things to Come or False Promise? **Futures.** August 1986, pg. 514-525.

TILLEY, Fiona, 2 FULLER, Ted. Foresighting Methods and their Role in Researching Small Firms and Sustainability. **Futures**, vol.32, 2000, pg.149 - 161.

VAN VUGHT, F. A. Pitfalls of Forecasting. **Futures**, April, 1987, pg.184-196.

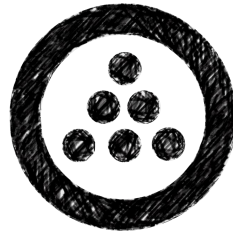
WACK, Pierre. Scenarios: Uncharted Waters Ahead. **Harvard Business Review**, september-october, 1985, pg.73-89.

WILSON, Ian. Mental Maps of the Future: An Intuitive Logics Approach to Scenarios. In Lian Fahey & Robert M. Randall (Orgs). **Learning from the future: competitive foresight scenarios**, p.81-108. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998

ZACCHI (2009) – Advances in 2nd G. bioethanol production and possibilities for integration with 1st G. bioethanol. **Workshop on hydrolysis route for cellulosic ethanol from sugarcane**. CTBE, Unicamp, 2009.

Parte 3

Estratégia

Um ensaio empresarial sobre a Arte da Guerra de Sun Tzu

Esse pequeno texto tão somente explica de forma superficial cada capítulo da obra do Sun Tzu tecendo analogias possíveis com a nossa realidade moderna.

Escrito há 2500 anos, A Arte da Guerra é o mais antigo tratado de estratégia da humanidade. Sun Tzu, foi seu autor. Nascido em Shantung, ele serviu na corte do rei Wu, portanto na dinastia primavera-outono, como Confúcio.

A aplicação de estratégias militares no campo dos negócios é conhecida de longa data. Muitos são os teóricos que se propõe a fazer analogias neste sentido. O Objetivo deste texto é construir uma interpretação coerente da Arte da Guerra voltada para os negócios.

A obra "Arte da Guerra" tem um tom poético, cheio de metáforas e analogias que aludem aos fenômenos da natureza, estando dividida em treze estratagemas

De cada estratagema foram pinçados trechos fundamentais. Estas frases preciosas, cheias de significado serão interpretadas tendo em vista o mundo dos negócios.

Durante este processo caberão discussões sobre o conteúdo do texto, conclusões e recomendações para o dia-a-dia.

Estratagema I - Avaliação

A "Avaliação" é o primeiro estratagema da obra. Sun Tzu nos dá uma visão geral dos fatores que determinam o destino de uma guerra. Discorrendo sobre estes fatores ele mostra que o resultado da guerra pode ser calculado.

> "A guerra é vital para o Estado. É o campo onde a vida e a morte na terra são determinadas, a estrada que conduz à sobrevivência, ou à aniquilação e deve ser examinada com maior cuidado"[356]

Quando Sun Tzu se refere ao Estado, podemos fazer uma analogia com o conceito de organização ou empresa. Nos dias atuais grandes organizações têm tanto ou mais poder que os Estados políticos e, embora as empresas não se enfrentem no campo bélico, enfrentam-se em mercados.

> "Portanto, para prever o resultado da guerra devemos analisar a situação com base nos cinco fatores a seguir e comparar os dois lados, avaliando suas forças relativas... O primeiro desses fatores é o Tao, o segundo clima, o terceiro terreno, o quarto é o comando e o quinto é a norma"

[356] Todas as citações em aspas referentes ao texto de Sun Tzu foram tiradas da edição da Arte da Guerra de Sun Tzu publicada pela Editora Nova Cultural em 1998.

Analisemos cada um desses fatores e suas implicações decorrentes.

O caminho (Tao).

> "O Tao, ou caminho, é aquilo que faz o pensamento do povo estar em harmonia com seus superiores. Assim você pode enviar as pessoas para morte ou deixá-las viver, e elas não terão medo de um caminho nem de outro"

Segundo a filosofia oriental, o Tao é o caminho do rio. O caminho que a água faz no mundo. O caminho que a água faz no mundo, é o caminho sem resistência que a energia fundamental (luz) impõe ao mundo físico. Assim, o Tao é o caminho através do qual os fatos se sucedem na dissipação dessa energia para que haja equilíbrio entre as forças Yin e Yang (o dia e a noite uma impulsionando o mundo ao movimento e outra dando repouso a ele para que possa haver um novo impulso). A oscilação destes dois polos gera um equilíbrio dinâmico. Por razões óbvias e outras nem um pouco óbvias, sem essa oscilação a vida na Terra colapsaria e nada existiria aqui a não ser gelo ou pó. Este equilíbrio dinâmico dual é próprio da natureza deste mundo. A energia move o mundo e através deste movimento os fatos se sucedem. O Tao é o transcurso dessa energia, portanto é o caminho natural das coisas para além e aquém dessa dualidade. É o caminho, a sucessão dos fatos concretos em si. Ou seja, as configurações atômicas da realidade material, que a energia primordial molda através do tempo. Para Sun Tzu, o General que entender o caminho natural da

existência dos fatos, jamais perde uma Guerra, pois ele está de acordo com a tendência das circunstâncias. "A vontade do Céu".

Por isso o velho mestre, o rústico Lao Tsé diz:

O Homem segue a Terra.

A Terra segue o Céu.

O Céu segue o TAO.

E o TAO segue a si mesmo.

Por ser o caminho natural dos eventos, pode-se supor que é aquilo que faz a existência de tudo, inclusive de uma empresa estar adequada ao universo em que ela está inserida. Assim, quando o caminho da empresa está alinhada com as demandas da sociedade, com o metabolismo social, com as condições globais da economia, com as possibilidades tecnológicas do seu tempo, sua razão de ser ganha pertinência e justifica sua existência. Não faz sentido uma empresa ter uma razão de ser que está em conflito com as necessidades e anseios do seu tempo, e mais, das pessoas que de alguma forma estão envolvidas com ela.

Por isso o TAO está ligado à missão da empresa. Quando a missão da empresa colabora positivamente para o desenvolvimento da sociedade ela tem o TAO ao seu favor.

Qual a razão existencial da organização?

Qual é o papel da organização na sociedade?

sucesso de uma empresa é ter uma missão que complete uma necessidade da sociedade em que ela participa. É um exercício de entendimento do momento histórico pelo qual está se passando e pelo qual se passará. A Microsoft e a IBM se tornaram gigantes pelo fato de terem uma visão completamente de acordo com a evolução tecnológica através da qual a civilização ocidental esteve, está e estará passando nas próximas décadas.

Todas as empresas que lideram seus setores têm missões claras e definidas, que vão de encontro com os anseios de seu tempo histórico.

Algumas missões:

- 3M – Resolver problemas não solucionados de forma inovadora
- Google – Organizar as informações do mundo
- LabGeo – Criar soluções sustentáveis

A missão da organização, além de justificar sua existência funcional no contexto civilizatório, cumpre outra importante tarefa, unir todos os membros dessa em uma mesma intenção. Sem uma missão e uma visão clara não há como "fazer o pensamento do povo estar em harmonia com os seus superiores".

[357] Os tópicos referentes à moderna administração foram baseados na obra "Vantagem Competitiva" de Michel Porter, editado pela Campus em 1992, e no livro Planejamento Estratégico de Arão Sapiro e Idalberto Chiavenato, editado pela Elsevier em 2001.

A declaração de uma missão gera uma visão. A visão é o próprio resultado do empreendimento deste caminho.

A visão deve ser clara, futurista e única. Ela dá subsídios para as decisões cotidianas na realização da missão corporativa. Isso ocorre na medida em que os funcionários têm uma imagem mental do que a empresa deve ser, e orientam suas condutas e decisões no dia-a-dia no sentido de concretizar tal imagem. Estudos de cenários são fundamentais nesse processo.

Conclusão

Pode-se concluir que estabelecer uma missão e gerar uma visão são a pedra fundamental de uma organização. Para se gerar uma missão deve-se avaliar o momento histórico pelo qual está se passando em relação às carências e oportunidades que os stakeholders oferecem no ambiente imediato no qual a empresa opera.

Recomenda-se

1. *Avaliar o momento histórico e suas tendências*
2. *Avaliar o que cada público de interesse com o qual a empresa se relaciona (funcionários, acionistas, investidores, clientes e fornecedores) precisa e o que eles têm para oferecer.*

O Clima

"Clima é luz e sombra, calor e frio, a sucessão das estações"

O clima reflete a primeira manifestação do Tao. A primeira manifestação do Tao se dá no céu (Grande-yin / Grande-

yang), por isso o clima está relacionado com o céu. O céu, as estações do ano... O clima em si é o que induz as macro-condições que determinam o ambiente. No verão, toda a natureza se adequa ao calor. O céu impõe os ritmos da terra. Da mesma forma, o clima no mundo dos negócios é a variação sazonal do macro-ambiente econômico. São as variações que ocorrem em todo o setor que uma organização atua. Este setor está sujeito a variações de diversos tipos.

- Clima macroeconômico (taxa de juros, políticas cambiais...)
- Clima demográfico (tamanho do mercado)
- Clima sócio-cultural (poder aquisitivo, capital cultural...)
- Clima tecnológico (recursos tecnológicos disponíveis)
- Clima político-legal (Guerras, embargos, etc.)

A importância de se conhecer o clima é dupla. Entender o impacto das mudanças fundamentais no ambiente dos negócios e a sazonalidade destas transformações. Usar o clima ao próprio favor é a primeira maneira de conquistar vantagem estratégica.

Definir a hora de fazer e desfazer investimentos, tomar posições agressivas ou defensivas, fazer ou desfazer estoques estratégicos. Usar a mídia a nosso favor. Tudo isso depende do clima.

A identificação do clima é feita por critérios objetivos e subjetivos dos diretores da empresa. São eles que avaliam o clima. O problema reside no fato de o contexto ser muito complexo e possuir muitas variáveis. Análises completas de *Stakeholders* e consultores de longa experiência no mercado são jóias a serem "guardadas" pela empresa nesse sentido.

Conclusão

Pode-se concluir que o entendimento do clima cria a possibilidade de usar as condições gerais do tempo ao nosso favor. Explorar potencialidades geográficas, culturais, econômicas, etc. Como o clima afeta todas as organizações em todos os setores do mercado, saber usá-lo garante a conquista de uma vantagem estratégica ampla. Embora isso não garanta a vitória, cria condições para que ela possa acontecer.

Uma empresa que soube usar o clima de forma muito eficiente foi a Natura. Ao se posicionar como uma empresa brasileira que vende beleza e bem estar, ela aproveitou-se de dois fatores climáticos fundamentais. O primeiro se deu no ambiente sócio-cultural. Vivemos uma sociedade que cultua um padrão de beleza inatingível. Todos os meios de comunicação vendem beleza como algo fundamental na vida das pessoas, assim, a mídia faz publicidade indireta para Natura, toda vez que mostra uma pessoa bonita como padrão estético a ser atingido. O ganho de publicidade indireta é incomensurável. A outra vantagem é socio-geográfica. A Natura baseia-se na biodiversidade brasileira para extrair o princípio ativo de seus produtos. O Brasil tem a maior biodiversidade do planeta e além disso, abriga povos indígenas com

experiências no uso de plantas que remonta há mais de 15.000 anos. A Natura transforma este valor potencial em produtos. Eis a chave do seu sucesso e dos desafios éticos que uma operação como essa traz em si.

Recomendações:

É aconselhável que se monte uma tabela baseada nos macro-ambientes relevantes à operação da empresa. Com isso, poder-se-á criar índices de favorabilidade ou desfavorabilidade para adoção de políticas corporativas. É possível consultar os próprios colaboradores da sua empresa para que eles pontuem os aspectos sobre os quais você precisa saber para dirigir a empresa. Por exemplo: (1) mapeie os fatores críticos que envolvem a decisão que você precisa tomar. (2) explique aos seus colaboradores o conceito de clima de Sun Tzu. (3) crie uma escala de pontos do desfavorável ao favorável. (4) peça para seus colaboradores pontuarem. (5) tire a média para cada fator. (6) construa gráficos para visualizar os resultados. (7) tome sua decisão contando com a ajuda dessa fotografia do "clima" de negócios.

O Terreno

> "Terreno refere-se aos acidentes naturais da terra, às distâncias, às dificuldades de travessia, ao grau de abertura das passagens e as condições para a disposição das tropas".

Foi visto como o clima se relaciona com o céu, ou seja, com as condições mutáveis que afetam todas as organizações de uma economia. No entanto, existe uma diferença clara entre o ambiente geral, influenciado pelo clima e o ambiente imediato, específico, em que uma organização atua.

O terreno é a instância imediata das fronteiras da empresa. É a zona de influência de onde a empresa tira recursos e matéria prima e informações (comprando de outras empresas e pessoas) e entrega seus produtos e serviços. É no terreno que a empresa enfrenta seus concorrentes. É nele que se encontram clientes e fornecedores. O terreno é composto basicamente por clientes, concorrentes e fornecedores.

Quando uma empresa busca o lucro, ela não se apropria de um recurso que vem exclusivamente do cliente. Na verdade, a empresa, os concorrentes, fornecedores e os clientes, competem todos entre si por uma margem de lucro que ocorre no setor. Mas, embora haja competição, na medida que os clientes procuram pagar o mínimo possível por bens valorosos, os fornecedores buscam vender pelo máximo possível. A concorrência é o resultado holístico dessa interação. Na verdade não existe "o concorrente". Em última análise, todos concorrem e cooperam, diretamente ou indiretamente. Até a empresa que disputa mercado diretamente com você. Ao fazer grandes pedidos de matéria prima ela desenvolve seus fornecedores, ao treinar pessoas ela forma seus futuros funcionários. Para que todos ganhem a cadeia produtiva tem

que ser saudável, ou seja, as operações têm que ser eficientes em todos os estágios de produção do produto final.

A visão que o lucro vem da venda menos o custo é por demais simplista. Nesse ambiente mais direto, ou terreno, existe um jogo de forças que envolvem um conjunto de fatores, tal como Porter bem percebeu:

- Ameaça de novos entrantes
- Poder de barganha dos fornecedores
- Poder de barganha dos compradores
- Produtos substitutos
- Concorrentes no mercado

O desafio consiste em localizar uma posição estratégica de modo a influenciar estes fatores e se defender deles.

Na dimensão dos grupos estratégicos, é preciso avaliar quais são os grupos estratégicos que atuam no setor e quais são as suas estratégias. O WallMart e o Carrefour têm a mesma estratégia de atuação. Hipermercados para quem tem carro, idealizados para compras grandes. Já o Pão-de-Açúcar, investe em mercados de bairro e aposta no relacionamento íntimo com o cliente. De fato, o Pão-de-Açúcar tem se mostrado na liderança porque conseguiu unir os benefícios de um relacionamento próximo com o cliente a uma economia em escala. Daí o interesse estratégico em se unir com o grupo Cassino na França.

Conclusão

Entender o terreno é entender as formas com a qual cada concorrente se organizou para reagir ao ambiente e recriar continuamente a própria organização interna para conseguir construir uma posição estratégica.

Recomenda-se:

Avaliar a dimensão dos grupos estratégicos, a dimensão dos estágios competitivos e criar formas inovadoras de se organizar internamente, no sentido de reagir ao ambiente. Articulando esses vetores, deve-se encontrar uma posição a fim de se defender das ameaças dos participantes de um setor e garantir sua margem de lucro.

O Comando

"Comando é questão de sabedoria, integridade, humanidade, coragem e disciplina"

Quando se trata de comandar pessoas, independente da natureza das ordens a serem dadas, é muito importante se ater à forma com que isso acontece. A imagem que o comandante transmite aos seus subordinados. Para Sun Tzu, o comandante é um homem sábio e justo, é uma pessoa admirável pelos seus atributos de caráter. Por isso, sua liderança não é imposta, ela acontece de forma natural. O

comandante é um líder por natureza, não se esforça para sê-lo.

Seus atributos são a sabedoria (uso integrado do conhecimento). A integridade, que gera crédito, confiança e reputação. A coragem, que é fruto de um posicionamento estratégico. Um líder deve ser corajoso de acordo com a circunstância vivida. De qualquer forma, a coragem traz consigo atributos importantíssimos como a inovação, a ousadia, a criatividade e a capacidade de assumir riscos. A disciplina é fundamental. É através dela que se realizam grandes feitos, cuja elaboração é difícil e custosa. A disciplina traz consigo comprometimento, garra e lealdade.

Ao trazer comandantes para a organização, além de um histórico que demonstre experiência, é fundamental que o comandante tenha tais atributos. É fundamental para a empresa ter um RH que consiga, ainda que de forma intuitiva, reconhecer estas características.

Tais qualidades estão muito próximas das qualidades de um empreendedor. Hoje, todos sabem da importância de se ter pessoas com espírito empreendedor dentro da organização. O espírito de liderança para Sun Tzu traz consigo as seguintes características:

1. Sabedoria
2. Tranquilidade
3. Coragem advinda do conhecimento e não da imprudência
4. Astúcia
5. Humildade

Uma liderança forte passa todas estas características para os outros membros da organização. Os benefícios podem, então, multiplicar-se hierarquia abaixo. Quando diretores e gerentes ganham tais características, torna-se possível saltar de uma administração por processos para uma administração por projetos, já que todos se sentem confiantes em colocar sua criatividade em prática. São os projetos que fazem a empresa dar saltos qualitativos, os processos apenas mantêm o trivial funcionando. Os projetos ainda podem criar novos produtos e serviços, mudar a estrutura organizacional, desenvolver novos sistemas de informação, implementar novos processos, enfim, fazer a empresa responder mais prontamente às mudanças ambientais.

Certo é que não se comanda sozinho. É fundamental para o líder contar com um grupo de sábios conselheiros. Este é o papel do conselho administrativo. Os acionistas da empresa devem ajudar o comandante formando um conselho de lumiares que dê suporte nas decisões, forneça contatos interessantes e contribua com sua vasta experiência administrativa.

Conclusão

Pode-se concluir que o comando é de máxima importância na condução dos negócios. O líder deve ter características inatas em sua personalidade e deve inspirar seus subordinados. Deve emprestar a eles suas virtudes através do exemplo. O lugar especial que a empresa deve encontrar, através de seu comandante, é na

verdade esclarecido quando o comandante enxerga o TAO, o Céu e a Terra. A partir destes três fatores ele pode articular as informações necessárias a fim de encontrar a estratégia ideal para sua organização.

Recomendações

A estratégia adotada pelo comandante deve levar a empresa a uma posição única no mercado, onde ela possa competir com vantagem. Estabelecer um caminho que leve a empresa a este "lugar encantado" não é tarefa simples. Muito menos deve ser arquitetado por uma só cabeça. Por se tratar de um problema complexo, um conselho de pensadores, formado por pessoas experientes e inovadoras, deve ser formado. Este Conselho Administrativo além de ajudar a visualizar o caminho ao "lugar encantado" deve zelar pela imagem corporativa da empresa e pela responsabilidade social da mesma. Aqui as decisões não são pautadas pelo lucro, mas pelo benefício que a empresa pode entregar à sociedade.

A Norma

> "As normas impõem organização eficiente, uma cadeia de comando e uma estrutura de suporte logístico"

Quando se trata de normas é preciso entender que não está se restringindo "norma" à ideia de lei ou burocracia. De uma maneira mais ampla, as normas são um conjunto de regras e procedimentos que orientam o fluxo de informação dentro de uma organização. A Norma é a lógica que a

organização necessita para atingir seu objetivo. A norma é a inteligência da organização formalizada em regulamentos e sistemas de informação.

Sendo assim, as normas podem impor uma organização eficiente pois regulamenta os processos inerentes à operação. Quando criadas, as normas estabelecem a melhor maneira de se fazer alguma coisa. A maneira mais eficiente. Esta eficiência, quando moldada pela norma, não é apenas uma "inteligência" que resulta em conduta eficiente do ponto de vista individual. A norma estabelece um critério para se tomar uma ação considerando o todo. A visão da norma é sistêmica. Assim, a chegada de uma informação na empresa pode ser tratada adequadamente, catalogada, tratada e distribuída por dentro da organização. Tudo isso a fim de se gerar valor. As normas devem ser criadas para geração de valor. O efeito de um bom conjunto de normas é o mesmo que ruas com mãos bem pensadas em uma cidade. Sua clareza a qualidade das pistas.

As normas, como os tambores e estandartes, fazem com que comandar muitos homens seja o mesmo que comandar poucos. E nisso reside uma sabedoria administrativa muito rara nos dias de hoje, mas sem a qual um exército está fadado a morrer.

As normas também fortalecem a cadeia de comando, pois deixam de forma explícita a direção, os parâmetros de eficiência e de qualidade que cada funcionário deve ter para com seus clientes internos e externos. Desta maneira, a norma dissemina as determinações que os comandantes

querem impor à empresa. Note, (isso é muito importante): Elas tornam o comando onipresente, transformando-o em cultura.

As normas oferecem uma estrutura de suporte logístico à medida que criam canais ótimos pelos quais informações fluem na organização. Esta estrutura abstrata criada pela norma é uma estrutura que faz a produtividade aumentar ao seu máximo. Claro que as normas devem ser criadas para aumentar a eficiência (velocidade e precisão) desse fluxo e não para engessá-lo. Muitas vezes normas assumem forma de burocracia. A burocracia no sentido pejorativo nada mais é que uma norma que perdeu o sentido de existir, mais do que isso, é uma norma substituindo o pensar, ao invés de valorizá-lo.

Por isso:

Pelo simples fato de que as condições internas e externas da organização mudam, as normas precisam se mudar, acompanhando estas transformações. Por isso, a norma deve prever um sistema de alimentação negativa ou feedback, para que ela possa estar constantemente se reformulando.

Por isso as normas existem para serem seguidas no dia a dia, e questionadas em momentos de genialidade.

Um líder premia extraordinariamente um subordinado que quebra uma norma e atinge um resultado positivo para empresa. Entende e admira àquele que quebra uma norma com prudência e não prejudica a empresa. E pune aquele

que quebra uma norma sem considerar suas consequências e traz complicações para a empresa.

As normas, como entendo, não apenas regem o fluxo dentro da organização a fim de se atingir um objetivo estratégico, mas tem um papel fundamental na inteligência da empresa. De um ponto de vista cibernético, a norma realimenta o sistema com informações necessárias para orientar as mudanças que o meio externo exige. Quando uma norma garante confiabilidade e precisão a uma operação ela deve ser reforçada. Quando ela dificulta uma operação deve ser transformada ou extinta.

Este é o papel do *feedback*. Realimentar o sistema com um controle que mostre se a norma e o procedimento decorrente dela são eficazes no trato com o meio ambiente.

Em suma, a norma mantém a homeostase da organização? Se a homeostase da organização se vê ameaçada pelo meio ambiente, as normas possuem um procedimento de autocorreção?

A sobrevivência da organização no curto prazo depende basicamente disso. Um mecanismo que proteja a organização da "entropia" através do mantenimento da homeostase.

Assim, as normas geram uma consciência corporativa, uma inteligência adaptativa inerente à organização. Portanto, as normas operam em duas instâncias. Primeiro, formalizando regras para que operacionalmente os objetivos estratégicos se viabilizem no dia a dia. Segundo, realimentando de

informação, as normas devem prever rotinas de auto-mudança em resposta ao meio ambiente. Assim, este processo se resume a quatro tópicos:

Conclusão:

As normas são importantes para regulação ótima do metabolismo da empresa. Elas devem regular o funcionamento dos processos e mais, realimentar o sistema a partir de sucessos ou fracassos no meio ambiente. As normas estão intimamente ligadas ao sistema de informação da empresa. Naturalmente estes sistemas de informação vão ser refletidos no mundo material, no transporte de matérias primas, artefatos segundo requisições de um sistema de informações. De qualquer forma, a construção de um sistema de normas é o passo seguinte ao se reconhecer o Tao, o céu, a terra e ter os melhores comandantes. Veja como uma coisa leva naturalmente a outra. Conhecer o caminho do mundo gera a missão da empresa. Com uma missão que vai de encontro com os anseios da sociedade uma corporação torna-se viável. Segundo. Qual é o clima que afeta, nós e todos aqueles que têm missões parecidas com as nossas? Conhecer o clima é garantir vantagem estratégica a longo prazo. Terceiro. O terreno que nos cerca. Como estão nossos jogadores imediatos? Quais são as estratégias deles? Quais vantagens eles nos têm a oferecer? Quarto. Quem é nosso comandante? Ele tem as características requeridas segundo a situação configurada pelos três primeiros fatores? E finalmente, quais serão as normas, regras e procedimentos que o comandante definirá na organização para que ela possa andar e desfrutar com vantagem de todos esses conhecimentos?

Recomendações

Procure conceber as normas de sua empresa pensando nos aspectos informacionais culturais e informacionais tecnológicos. Um deve favorecer a cultura que o comandante quer imprimir na empresa, outra deve facilitar logicamente os processos cotidianos.

Análise Final

Faça a seguinte análise perguntando a si mesmo:

"Portanto, para prever o resultado de uma guerra devemos comparar os dois lados, avaliando suas forças relativas. O que significa colocar as seguintes questões"

- Qual dos chefes tem o caminho?
- Qual dos comandantes tem mais habilidade?
- Qual dos lados tem as vantagens do clima e do terreno?
- Qual dos exércitos segue as regras e obedece às ordens mais estritamente?
- Qual dos exércitos tem mais força?
- Qual o que tem oficiais e homens mais bem treinados?
- Qual dos lados é mais estrito e imparcial ao distribuir recompensas e punições?

Formule uma vantagem estratégica levando em consideração os fatores mencionados.

Sobre o comportamento dos líderes sobre seus competidores:

Se ele estiver em desordem, ataque-o e conquiste-o (aquisição)

Se ele for poderoso, prepare-se contra ele (investimentos).

Se ele estiver forte, fuja dele (mude de nicho)

Se ele for orgulhoso, provoque-o.

Se ele for humilde, encoraja sua arrogância.

Se ele estiver descansado, desgaste-o.

Se ele estiver unido, semeie a divisão por suas alas.

> "...é calculando muitos pontos que o general vence previamente a guerra no ensaio de batalha feito no templo..."

Estratagema II - Conduzindo a Guerra

O capítulo "Conduzindo a Guerra" é um dos mais sintéticos do livro. Nele Sun Tzu cria uma imagem da melhor maneira de se conduzir uma guerra. Ele nos mostra o espírito da guerra, o que guerrear é.

> “A Arte da Guerra é: um exército de mil carros velozes puxados por quatro cavalos; mil carroções cobertos de couro puxados por quatro cavalos e cem mil guerreiros com cotas de malha; provisões para este exército deslocadas a uma distância de mil Li, com gastos tanto no Estado quanto no campo de operações, incluindo enviados ao exterior e conselheiros; Materiais como cola e laca e manutenção de carros e armaduras… …Somente quando você tiver na mão mil peças de ouro para cada dia de guerra os cem mil guerreiros podem ser mobilizados.”

O espírito da guerra mostra seu caráter determinante. Não se trata de pequenas incursões, ou de entrar em longos combates destrutivos. A vitória deve ser rápida e eficiente, e para que isso aconteça o ataque tem que ser de tal forma poderoso que o inimigo seja rapidamente neutralizado. Portanto, há um longo planejamento antes do dia da guerra. É como se uma pessoa reunisse todas as forças em um único golpe. No instante do ataque, todas as forças são mobilizadas de uma vez só. Aqui cabe a metáfora do quebramento de tijolos com as mãos nas artes marciais. Não são vários golpes sucessivos que quebram o tijolo, mas antes, um só golpe fulminante.

Isso vai ao encontro de um princípio da física, o princípio da transferência de energia. Quanto mais breve for o contato durante um choque, maior é a potência transferida no impacto. Porque a energia contida no primeiro objeto é transferida maciçamente para o segundo objeto sem que

haja diluição dessa transferência durante um intervalo maior de tempo.

Portanto, a decisão de guerrear é muito anterior ao desenvolvimento da guerra.

> "Ao travar batalha, procure a vitória rápida. Se a batalha for protelada, suas armas se desgastarão e as tropas ficarão desmoralizadas. Se você sitiar uma cidade fortificada, esgotará suas forças... E depois que você tiver desgastado suas armas, desmoralizado suas tropas... os governantes vizinhos tirarão vantagem da sua adversidade para atacar"

Desta forma, a política de investimentos de uma organização deve seguir esta linha de raciocínio. Administrar por projetos e não apenas por processos, pressupõe causar um impacto no mercado que garanta liderança a longo prazo.

> "Nunca houve Estado que fosse beneficiado por uma guerra prolongada"

Uma empresa de excelência investe pesado em P&D para lançar um produto ou serviço que seja de tal forma diferente e superior ao do concorrente que não haverá competição. Ele tomará o mercado do produto anterior naturalmente. É o caso de alguns portais de internet que fizeram de tudo para abarcar conteúdo manualmente, enquanto outros criaram uma tecnologia que absorve conteúdo na rede à custo zero.

O risco deste tipo de estratégia é colocar todas as forças em uma só direção. Errar o 'golpe' pode falir a empresa. Da mesma maneira, pode transformá-la em um gigante da noite para o dia. Por isso ele diz:

> "Portanto, se alguém não está profundamente consciente dos perigos de se empreender uma guerra, também não está profundamente consciente de como aproveitá-la da melhor maneira"

E continuando a descrever o espírito da guerra, Sun Tzu fala da postura do comandante:

> "...o perito na arte da guerra não convoca soldados mais que uma vez... Faz uso das provisões do inimigo... manter um exército a grande distância significa empobrecer o povo"

A lição que se pode extrair dessas passagens é sábia. Não convocar soldados mais que uma vez, usar as provisões do inimigo e tomar cuidado ao empreender guerras à longa distância, são cuidados importantíssimos para se poupar energia e recursos. Nada é mais perigoso que desperdiçar energia quando se usa uma estratégia de um só golpe. E um comandante que dá a mesma ordem diversas vezes, enfraquece, dilui, o poder de suas palavras e o moral com seu povo.

Supondo que uma corporação decida iniciar operações a grande distância, em um continente remoto. A estratégia deixa de ser imperialista, o que demandaria muitos recursos, mas procuraria se adaptar à cultura estrangeira e

às suas condições geográficas a fim de tirar o melhor proveito do solo "inimigo". Possivelmente, ele entenderia um processo de aquisição de uma empresa em outro país para alavancar mercado da seguinte maneira (entenda os carros como máquinas, ou capital imobilizado, por exemplo):

No fim do capítulo ele coloca:

> "Assim, durante um combate de carros em que forem capturados mais de dez carros do inimigo, recompense os que capturaram o primeiro deles e substitua bandeiras e estandartes inimigos pelos seus. Misture os carros capturados com os do nosso lado e mande-os de volta para o combate. Garanta a manutenção dos soldados inimigos e trate-os bem. A isso se chama aumentar as próprias forças no processo de derrotar os exércitos inimigos"

Curiosamente, Sun Tzu nos mostra que o grande general é capaz de se fortalecer enquanto faz guerra, o que parece um contra-senso. Mesmo quando estamos ganhando, existe um desgaste no combate. No entanto ele propõe um tipo de ação que fortalece aquele que combate. Mais importante que destruir o inimigo é apoderar-se dele.

Por isso, na guerra por mercado, comprar o inimigo é muito mais importante que vê-lo falir. Ao se adquirir o inimigo, ganha-se toda sua riqueza cultural e material para que se absorva dele aquilo que nele é positivo. Naturalmente, esse valor depende da inteligência e percepção dos sábios conselheiros de um grande "general".

Conclusão:

A guerra se faz com longos preparativos e um ataque fulminante e rápido. Durante o breve transcurso da batalha deve-se perder o mínimo de energia possível. Conquistar o inimigo é mais importante que destruí-lo.

Recomenda-se

Pense no principal projeto que sua empresa está empreendendo. Eles seguem qual lógica de execução? Longo preparo e curta batalha ou longa batalha e curto preparo? Será um caminho tortuoso ou fácil? Como serão minimizados os desperdícios? Como se aproveitar das (in)ações do concorrente? Algumas empresas analisam pesquisas de mercado de empresas de outro setor mas com clientes em comum para determinar posições de lojas etc. Tal é o espírito da guerra.

Estratagema III - Planejar o Ataque

Depois de ter passado pela condução da guerra, vejamos qual é o espírito do ataque e como ele deve acontecer. Atacar vai muito além de desferir um golpe contra o inimigo. Ataque, de fato, é um movimento que nos leva a conseguir um objetivo claro.

> "A Arte da Guerra é: Manter um Estado intacto é o melhor. Esmagar um Estado é apenas a segunda opção.

> Desta maneira, conquistar cem vitórias em cem batalhas não significa o máximo em excelência. O máximo em excelência é subjugar os exércitos do inimigo sem chegar sequer a combater”

A grande pergunta que deve ser feita não está em como fazer a guerra e sim o que se pretende com ela. Quando se leva em conta o objetivo de conquistar a vitória acima do objetivo de guerrear, abre-se precedente para vencer sem combater. Mais inteligente do que ganhar a guerra lutando, ou seja, demandando esforços e gastos, é ganhar a guerra sem precisar lutar. Isso se dá no campo diplomático, nas negociações prévias, nas demonstrações de força. De fato, o enfrentamento físico é uma extensão dos conflitos diplomáticos. A consequência de um conflito de ideias que se chocam de tal maneira a reverberar o impacto no mundo físico. O máximo em excelência é tornar-se a si próprio tão poderoso que ninguém ouse te desafiar.

O segredo consiste em criar uma dinâmica interna que garanta uma liderança constante na sua competência essencial, além de criar imagens falsas que intimide os oponentes onde você ainda tem fraquezas. Com isso, ele não saberá como te enfrentar. A consequência imediata da estratégia oriental, da sua política militar não é atacar o inimigo enquanto substância, mas as estratégias do inimigo, seus processos. Elimina-se o inimigo sem combate direto.

> “Portanto, a melhor política militar é atacar as estratégias do inimigo; logo a seguir, atacar suas

alianças; depois atacar seus soldados. Mas a pior de todas é atacar cidades muradas”

Ao invés de concorrer diretamente com o competidor, brigando por preços, deve-se atacar a estratégia do inimigo. Vincular ao produto uma imagem que se sobreponha a imagem do concorrente, dominar os canais de distribuição ou ainda fechando alianças que garantam nossa supremacia tecnológica, financeira, logística, etc. Atacar seus soldados (contratar funcionários do concorrente) e brigar por preços, nem sempre são a melhor opção. Criar uma estratégia que nos garanta um preço imbatível é uma estratégia de não competição por preço porque no seu bojo já fora traçada uma forma de não haver competidores para aquele produto. A China, com uma política de câmbio desvalorizado, mão de obra barata e alta escala de produção, é imbatível em preços no mundo inteiro. Não há competidores para sua estratégia de produtos padronizados.

Quando se traça uma estratégia que não prevê competidores criam-se barreiras de entrada. As mais comuns segundo Michel Porter são:

- Economias de escala
- Diferenciação de produto
- Requisitos de capital
- Custos de mudança
- Acesso aos canais de distribuição

> "Portanto, o perito no uso das técnicas militares submete as forças do inimigo sem partir para a batalha, toma suas cidades fortificadas sem lançar um ataque e esmaga o Estado inimigo sem prolongar a guerra. Ele deve se ater ao princípio de manter a si próprio intacto para competir no mundo"

Manter a si próprio intacto para competir no mundo é o resultado de se ganhar batalhas sem guerrear. Isso gera um círculo virtuoso, que fortalece a posição de supremacia do líder conforme o tempo passa.

> "Em suma a arte de usar tropas é a seguinte:
>
> Quando você tiver dez vezes mais força que o inimigo, cerque-o. (Use ataques estratégicos. (Faça alianças com os aliados dele no mercado).
>
> Quando tiver cinco vezes mais força que o inimigo, ataque-o (Use ataques maciços. (Faça campanhas agressivas de marketing/publicidade no mercado).
>
> Quando tiver apenas o dobro, enfrente-o. (mostre a sua disposição de lutar, iluda-o com uma força inexistente, isso aumentará as chances de ele desistir de enfrentá-lo).
>
> Quando você e o inimigo estiverem em igualdade de forças, seja hábil para dividi-lo (mostre vantagens aparentes).

> Quando você for inferior em número seja hábil para tomar a defensiva. (Saiba criar barreiras de entrada, legais, tecnológicas, diplomáticas).
>
> Quando você não for páreo para o inimigo, seja hábil para evitá-lo. (Seja inteligente para não competir sabendo que vai perder.) ”

Estas são as máximas do espírito do ataque. Como se vê, vão muito além do enfrentamento bruto. No restante do capítulo Sun Tzu trata da relação do comandante com o ato de atacar. Vamos a ela.

Não há nada pior para um exército do que um comandante que dá ordens sem conhecer a real situação das tropas.

> “Ordenar um avançar sem perceber que o exército não está em posição de realiza-lo… Ordenar uma retirada sem perceber que o exército não está em posição de recuar… Interferir na administração do exército quando ignorar seus assuntos internos…”

Ordenar um desenvolvimento de produto para além das capacidades técnica do staff da empresa gera a calamidade. Da mesma forma, impedir o desenvolvimento de um produto por desconhecer a capacidade de seus homens, também gera a calamidade.

Esse é o tipo de calamidade que acontece quando os acionistas e conselheiros começam a interferir diretamente na administração de uma empresa. O grande general (CEO/Presidende) conhece o limite e potencial de seus

homens, e não deixa vaidades ou orgulhos mudarem o rumo natural e a posição que a empresa deve tomar no mercado.

Conclusão:

O espírito do ataque não traz consigo a ideia de confronto ou mesmo de agressividade. Pelo contrário, o ataque menos violento gera resultados mais positivos para aquele que o empreende. Lembrando que o máximo em excelência é ganhar sem lutar, ou seja, ser forte o suficiente para ninguém ousar concorrer com você.

Recomendações:

Reavalie se seus projetos são desenhados para competir no mundo de um ponto de vista estratégico ou de simples enfrentamento. Avalie se você pode atacar as alianças do concorrente e trazê-las para seu lado.

Na construção de valor durante o desenvolvimento do produto está o segredo para superar o concorrente sem combater. Um valor incremental é sempre uma excelente jogada.

A IBM criou centros de inovação de produtos que na verdade funcionam como centros culturais onde se estuda como criar valor para os clientes. Nestes centros, encontram-se tecnólogos da IBM, especialistas comerciais e clientes a fim de desenvolver e implementar inovações de produtos no mercado. Certamente serão produtos de maior valor agregado para o cliente que os da concorrência. Sua empresa não tem o tamanho da IBM para financiar esse tipo de iniciativa? Você já pensou que poderia

promover um café na sua empresa com debates convidando os melhores alunos e professores de diversas faculdades ligadas ao seu negócio? Nesse caso, conte com a ajuda de uma consultoria especializada para criar a dinâmica do evento a fim de favorecer ao máximo a troca de conhecimentos e a geração de inovações.

Estratagema IV - Posições Estratégicas

Conquistar posições estratégicas é fundamental para vencer uma guerra. Neste breve capítulo, Sun Tzu fala que uma posição estratégica é uma posição em que existe uma condição favorável para que o ataque e a defesa ocorram de forma simultânea e complementar. Também são tratados alguns cálculos que devem ser feitos sobre o terreno a fim de se chegar a conclusões importantes sobre a “Balança do poder”.

> “Na antiguidade, o perito em batalhas, primeiro, tornava-se ele próprio invencível. Depois, esperava que o inimigo expusesse a sua vulnerabilidade”

Tornar-se invencível está ligado ao fato de se delimitar um espaço de atuação e fortalecer a defesa dentro desse espaço. Dominar todas as operações técnicas necessárias para tornar este “espaço” impenetrável.

> “A invencibilidade repousa na defesa; a vulnerabilidade do inimigo revela-se com o ataque”

Quando o concorrente se move a fim de atacar, ele sai do seu estado de defesa, de invulnerabilidade, porque ele se expõe. É neste instante que podemos surpreender o inimigo. Enquanto ele não está mais se defendendo, já mostrou a sua forma e ainda não chegou colher os frutos do ataque. Esta "janela" é o ponto mais fraco no inimigo. É o ponto onde você poderá contra-atacar sabendo sobre os pontos fracos do seu concorrente, dado que toda forma clara tem aspectos de vulnerabilidade.

> "O especialista em defesa oculta a si mesmo no mais profundo recôndito da Terra. O especialista em ataque desfere o golpe de cima das mais altas esferas do céu. Dessa forma, ele é capaz de, ao mesmo tempo, proteger a si mesmo e alcançar a vitória"

Esta é uma das passagens mais bonitas do texto todo. Aqui a inteligência em combate é colocada de forma esplendorosa. O especialista em defesa não se defende lutando, mas se escondendo, o que o torna inatingível. Ser inatingível é muito superior a ser capaz de se defender em uma luta franca. Atacar das mais altas esferas do céu significa atacar de um lugar onde o inimigo não consegue sequer identificar o que o atacou. O ataque surge subitamente, como um trovão. Desta forma, torna-se possível atacar e se defender ao mesmo tempo, o que é impossível dentro de uma lógica aristotélica, onde os opostos são excludentes e não complementares. Portanto, trata-se de ocultar a sua forma, sumindo no processo de defesa, de modo que o concorrente não consiga entender porque ele não é capaz de entrar no

seu mercado, tão pouco entenda a forma com a qual você está organizado para conquistar mercado.

Osama Bin Laden certamente estudou este texto a fundo. No ataque de 11/9 ele atacou do céu, assumindo uma forma na qual era impossível identificar que a queda dos aviões era um ataque. A primeira reação dos EUA foi acreditar que se tratava de um acidente. O ataque dele tinha em si o ocultamento da defesa. Ao mesmo tempo em que o ataque era realizado, ele se escondia nas profundezas da terra, nas cavernas do Afeganistão. Os EUA mal puderam se defender.

No mundo dos negócios, atacar do céu significa atacar o mercado de uma esfera tão alta que as empresas concorrentes não consigam se defender, ou mesmo identificar o que está dificultando a própria operação. Isso se consegue de várias formas. Uma delas é o uso da política. A normatização jurídica de um produto por questões de segurança pode inviabilizar o mercado para os concorrentes. Acordos comerciais com níveis hierárquicos mais altos, acordos estratégicos de longo prazo com os clientes, processos de alta tecnologia, patentes.

Observe-se que a preparação do ataque de 11/9 levou oito anos. Sua execução, quarenta minutos. O Pentágono foi destruído usando-se como arma dois estiletes de papel.

Em contrapartida, no Afeganistão e no Iraque, os EUA entraram em guerra antes de garantirem sua vitória. Continuam em guerra já faz alguns anos e nada se definiu, nenhuma conquista sólida foi realizada. Apenas desgaste de

recursos e capital e formação de mais células terroristas graças às agruras e misérias da guerra.

Mas como garantir a vitória antecipadamente?

Primeiro seguindo o processo de avaliação do primeiro estratagema. Isso é o mais importante, e trata dos fatores subjetivos da garantia de vitória. Depois, se fazendo uma análise de forças objetiva, a fim de criar as estratégias no plano tático da operação:

> "Os fatores da guerra são: primeiro, os cálculos; segundo, as quantidades, terceiro, a logística; quarto, a balança do poder e quinto, a possibilidade de vitória.
>
> Os cálculos são baseados no tipo do terreno. A capacidade logística é baseada na estimativa da quantidade de provisões disponíveis. A balança do poder é baseada na capacidade logística. A possibilidade de vitória é baseada na balança do poder"

Quando se trata de cálculo, remete-se as quantificações necessárias que um projeto demanda em relação ao se setor de negócios. Avaliar o terreno (setor de negócios), seus atores principais e calcular uma vantagem estratégica em relação a eles. Depois, estimar as quantidades de capital que conquistar esta vantagem estratégica demandará. Quanto de investimento? Quando de tempo? Quanto de conhecimento? Quanto de recursos humanos? Em seguida devemos nos ater à capacidade logística, ou seja, a capacidade de operação desses recursos. Como garantir que

estes recursos serão gerenciados de forma a se atingir nosso objetivo estratégico. A eficiência dessa administração logística gera poder. Quanto mais eficiente, mais poder a empresa tem de conquistar uma posição estratégica. Esta é a balança do poder. E, finalmente, da balança do poder surge a possibilidade de vitória. O poder não é visto como algo decorrente de uma única força, como quantidade de dinheiro, mas sim como a fina conjugação de todas estas etapas. O exército mais poderoso não é o maior e mais bem armado, mas o mais bem articulado internamente. Isso porque estes passos são gargalos a fim de se chegar ao posicionamento estratégico. Não adianta ter uma quantidade gigantesca de capital e homens bem treinados se sua organização é incapaz de organizar a logística de operação deles. Por outro lado, o contrário gera capital para encher o caixa e treinar os homens, ainda que atuando em mercados menos exigentes de capital para se operar um negócio.

> "Assim, um exército vitorioso é como um peso de cem quilos contra um de apenas algumas gramas"

A posição estratégica garante ao exército uma força que está além do seu tamanho ou contingente. O cálculo é qualitativo e não apenas quantitativo. Isso vai de encontro com as ideias ocidentais, nas quais as quantidades são determinantes e não a qualidade do posicionamento.

> "É questão de posicionamento estratégico que o exército que dispõe desse peso para vitória, ao lançar seus homens na batalha, seja comparado ao precipitar

> de águas represadas trovejando sobre um profundo abismo”

Nessa configuração sinérgica e articulada, sistêmica, os homens não encontram resistência ao atacar, são como a água. O caminho da água é o caminho do Tao. O grande comandante é aquele que cria condições para que a vitória aconteça naturalmente. Não se trata de grande esforço. A posição estratégica tem em si a potencialidade para o desenrolar dos fatos ao nosso favor. A vitória se faz por si mesma, ela é a consequência de uma série de circunstâncias criadas.

Conclusão:

A posição estratégica é uma construção. Ela deve ser empreendida segundo os fatores da guerra. O terreno, os cálculos, as quantidades, a logística, a balança de poder e a possibilidade de vitória. Ao atacar, o exército desce sobre os pontos de menor resistência do inimigo e garante vitória infalível.

Recomenda-se

Avalie se seus produtos ou serviços são capazes de atingir o mercado e garantir a defesa dos clientes já conquistados. Produtos que geram fidelização, serviços on-demand são um bom exemplo disso. Ao se procurar uma posição estratégica no setor de negócios, siga os passos do cálculo até a possibilidade de vitória.

Estratagema V – Vantagem Estratégica

Existe uma diferença fundamental entre posição estratégica e vantagem estratégica. A posição estratégica é uma conquista que nos traz força no campo de batalha. A vantagem estratégica é a administração das sucessivas conquistas de posições estratégicas. Durante uma guerra são empreendidas várias batalhas. Nelas várias posições estratégicas são conquistadas. A vantagem estratégica é o transcurso através de várias posições estratégicas. A posição estratégica é estática, tem começo meio e fim. A vantagem estratégica é dinâmica, um processo que não tem começo nem fim definido.

> "É a comunicação com bandeiras e estandartes que faz com que comandar muitos soldados seja o mesmo que comandar poucos..."

A vantagem estratégica é um movimento fluido que requer agilidade e flexibilidade. Comunicação e integração são a base da vantagem estratégica. Sem um constante fluxo de informações não há como manter o exército com vantagem estratégica. Aqui, diferente das normas, não há necessidade de um sistema burocrático. Mas é fundamental sinalizar com clareza e imediatismo o que todos os colaboradores devem fazer. O que conta é a resposta rápida e unificada de toda a organização.

> “São as operações ‘extraordinárias’ e ‘conservadoras’ que tornam o exército capaz de deter o ataque das forças inimigas e não ser derrotado... ...Em batalha, use geralmente o ‘conservador’ para fazer o inimigo engajar-se na luta e o movimento ‘extraordinário’ para alcançar a vitória”

Vimos que o Tao é o caminho natural dos eventos e que ele á composto das forças Yin e Yang. As operações extraordinárias e conservadoras são o maleável e o rígido respectivamente. A ideia é tirar proveito das situações a partir destes dois princípios. Mais do que isso, acompanhar o Tao e tornar a vitória fácil. Usar o ortodoxo para engajar o inimigo na luta significa mostrar suas intenções, ser tradicional, rígido. É tornar claro para o mercado o que se pretende fazer. É o princípio yang. O extraordinário, por sua vez, está ligado ao princípio yin, é obscuro, o oculto, o inesperado. É da interação destas duas formas de ser que se garante a permanência da vitória, ou seja, a liderança. Para ter a liderança é preciso inovar constantemente e ao mesmo tempo ser conservador. Isso se dá em duas instâncias. A primeira é no longo prazo com choques de lançamento de produtos e sua operacionalização no mercado. Toda ação inovadora precisa de um tempo para ser absorvida pela organização e pelo mercado a fim de se retornar financeiramente o esforço em empreende-la.

Não adianta ser conservador no lançamento de um produto (pois nada se agregaria de valor perante o que já está no

mercado) e não adianta ser extraordinário a todo momento de modo a não conseguir se estabelecer um padrão de operação que garanta retornar os benefícios prometidos pelo projeto extraordinário.

Quando se inova, traz-se um novo padrão ao mercado, quando se conserva mantém-se esse padrão. Assim, os ciclos de inovação e "realização de lucro" (como na matriz BCG) se sucedem um ao outro e garantem a supremacia no mercado. Consequentemente, os concorrentes se veem obrigados a seguir um novo padrão, mas como conseguirão aproveitar dos benefícios dessa inovação se aquilo que eles "têm de conservador" não está adaptado para explorar os benefícios desse "extraordinário"?

> "Assim o perito, ao executar o ataque de surpresa, é ilimitado como o céu e a terra, inexaurível como os rios e os mares. Como o sol e a lua, ele pára, mas só para levantar-se novamente. Como as quatro estações, ele passa, mas apenas para voltar outra vez. Essas operações levam uma a outra incessantemente, como um anel que não tem começo nem fim. Ninguém consegue esgotar suas possibilidades..."

O verdadeiro comandante precisa ter em si as forças da natureza. Ataca como o trovão e se move como as nuvens. Tem o brilho do sol e é oculto como a noite. Para se atingir este grau de espontaneidade e naturalidade, o comandante tem que vencer a ansiedade. Apenas com a paciência da natureza, ele encontrará as brechas de tempo precisas para agir e oscilar de um pólo ao outro.

> "Assim se dá com o especialista: Quando em batalha, sua vantagem estratégica é canalizada e sua noção de tempo é precisa. A vantagem estratégica dele é um arco retesado e sua noção de tempo é o disparo. Mesmo no clamor da batalha ele não fica confuso..."

Retesar o arco é ser ortodoxo, disparar é ser extraordinário. A noção de tempo precisa do disparo são as ondas de inovação que a empresa faz no mercado. Retesar o arco é absorver os benefícios da inovação e preparar o próximo disparo. Mesmo na pressão do dia-a-dia, o grande comandante não perde o tempo exato do disparo.

> "A desordem nasce da ordem; a covardia nasce da coragem e a fraqueza da força. A fronteira entre a ordem e a desordem está na logística. Entre a covardia e a coragem, na vantagem estratégica, entre a fraqueza e força na posição estratégica"

Os opostos geram-se um ao outro. Entre eles está a possibilidade de vitória. O que transforma a desordem em ordem e vive-versa. A vantagem estratégica, com sucessivos choques de inovação e ortodoxia revela a coragem e a covardia. A força é uma questão de posição estratégica de encontrar o lugar mais favorável do setor de negócios e seguir os cálculos até a balança de poder.

> "Assim, quando pretende que o inimigo se movimente, o especialista se mostra: o inimigo certamente o seguirá. Ele ilude o inimigo, e o inimigo acredita. Agindo dessa forma ele manipula o inimigo e espera por ele, armado com toda sua força"

Ao ser ortodoxo o perito se mostra e o inimigo o segue, mas posteriormente ele é extraordinário e vence o inimigo com a surpresa.

> "Dessa forma, a vantagem estratégica do comandante que é perito em explorar homens pode ser comparada ao rolar de pedras redondas num a ravina íngreme"

Ao canalizar suas forças no ortodoxo e liberá-las no extraordinário a organização tem uma pulsação. A motivação dos homens segue essa pulsação.

Conclusão:

A vantagem estratégica é o movimento oscilatório da organização. É usando operações conservadoras e revolucionárias que ela se mantém na liderança.

Recomenda-se

Determine uma posição estratégica. Faça os cálculos envolvidos para tomada dessa posição. Isso feito, projete no futuro as próximas posições estratégicas necessárias para vencer a guerra. Escalone estas posições em pulsações ortodoxas e extraordinárias.

Estratagema VI – Pontos fortes e Pontos fracos

> "Em geral, aquele que primeiro ocupa o campo de batalha para esperar o inimigo estará descansado; aquele que chega mais tarde e se precipita para entrar na batalha estará exausto. Assim o perito em batalhas move o inimigo em vez de ser movido por ele"

Essa é a essência de se gerenciar um ponto forte e de eliminar os pontos fracos. Ocupar o campo de batalha primeiro significa fazer uma análise das próprias forças e se posicionar no mercado levando elas em consideração. É reconhecendo uma competência essencial que a empresa abre precedente para dominar um nicho de mercado.

Para se saber quais são os pontos fortes e fracos de uma empresa, é preciso fazer uma avaliação de recursos:

Recursos tangíveis – Prédios, máquinas...

Recursos intangíveis – Conhecimento, cultura, marca...

Recursos terceirizados – Propaganda, computação...

Assim que se reconhece as potencialidades da empresa, torna-se possível identificar onde a empresa pode gerar valor e consequentemente quais são seus pontos fortes.

Ao se basear em pontos fortes para atuar no mercado, a empresa cria naturalmente a necessidade de mover os concorrentes na sua direção. Cria-se uma referência de excelência no mercado que precisa ser seguida por aqueles que não reconheceram seus próprios pontos fortes. Eles estão fadados a seguir as ondas de inovação da sua vantagem estratégica.

> "Assim, a habilidade de cansar quem esteja descansado, deixar faminto alguém que tenha muitas provisões, mover alguém que esteja posicionado, depende de avançar por lugares tais que o inimigo tenha que se precipitar para se defender"

Da competência essencial única, surge um posicionamento no contexto dos negócios que faz a empresa ser ofensiva onde as concorrentes são fracas e faz ela ser defensiva onde as concorrentes são fortes. Lembre-se que defender é ocultar, sumir com o que pode ser atacado.

> "Atacar com confiança e conquistar os objetivos significa que se ataca aquilo que o inimigo não está defendendo. Defender com confiança de garantir a segurança da própria carga significa que se faz defesa onde o inimigo não atacará".

Essa posição é conquistada quando se investe nos pontos fortes da empresa e se desinveste nos pontos fracos da mesma. Investindo nos pontos fortes a empresa atacará onde o concorrente não conseguirá se defender. Desinvestindo nos pontos fracos somem os espaços onde o inimigo pode atacar.

Por isso:

> "Alguém é fraco porque se prepara contra os outros, mas tem força quando faz os outros se prepararem contra si… … da maneira como vejo, embora as tropas

> de Yueh sejam numerosas, que vantagens podem lhes advir disso no que se refere à vitória?”

Se o forte não sabe onde atacar o fraco, de que adianta ter um grande exército? Quem é o forte e quem é o fraco?

> “ O máximo da habilidade quando se assume uma posição estratégica é não ter forma. Se a sua forma não for definida, o mais sagaz dos informantes não será capaz de compreendê-la...”

O mercado vê o resultado da sua forma na forma de um produto, mas não enxerga sua forma, nem compreende como você faz aquele produto. Esse entendimento profundo é de propriedade única da empresa. É o que justifica sua existência.

> “Eu apresento às fileiras e aos batalhões vitórias obtidas mediante posicionamento estratégico; entretanto, eles não conseguem compreender. Todo mundo conhece a posição que me levou à vitória, mas ninguém consegue apreender como cheguei a essa posição vitoriosa”.

Conclusão:

O perito em batalha sabe valorizar seus pontos fortes. Ele reconhece sua competência essencial e a transforma em posição estratégica. Isso obriga o inimigo a se movimentar. O perito ataca onde o inimigo é fraco e se defende onde o inimigo não pode atacar.

Dado este posicionamento estratégico, onde o ponto forte é valorizado através do investimento na competência essencial, a organização deve planejar um posicionamento estratégico que esteja inserido no canal de valor da cadeia produtiva. Deve atuar sozinha na sua competência essencial. Deve também fazer alianças onde existam fraquezas internas ou ameaças externas, mas que ainda assim exista uma possibilidade interessante de ganho. E finalmente deve desinvestir em operações com baixa atratividade.

Recomenda-se

Faça uma análise profunda dos recursos disponíveis. Descubra quais são suas vantagens e seus pontos fortes. Analise o mercado e monte uma matriz SWOT ou um portifólio multifatorial. Dentro deste cruzamento identifique o canal de valor. A partir da sua competência essencial proponha uma forma para gerar um valor extra dentro da cadeia.

A política de investimento deve seguir um dos três caminhos:

- *Criar – inovar (ataque)*
- *Complementar – colaborar (neutralidade)*
- *Sumir – desinvestir (defesa)*

Estratagema VII – Manobras

Neste capítulo é interessante notar que a tradução do termo "manobras" do chinês pode ser interpretada como "combate". Como manobrar os exércitos para chegar no objetivo definido.

> "A grande dificuldade de manobrar exércitos para a luta está em transformar uma longa e tortuosa estrada em caminho reto e transformar a adversidade em vantagem"

Manobrar significa conduzir homens para um objetivo comum. Como o objetivo já foi definido, é preciso entender como esse processo será realizado. O combate, ou seja, a movimentação durante a guerra é algo difícil de ser executado. Quando se sai do campo das ideias e se chega ao campo de batalha algumas dificuldades se apresentam. Manobrar significa contornar essas dificuldades práticas.

O mais importante é ter em mente que se deve extrair o que há de bom nas adversidades, usando para isso, criatividade. Muitas vezes lutar contra a adversidade não é vantajoso. Melhor se aliar a ela. Vejamos um exemplo:

Em uma subida íngreme, pedregosa e escarpada, marchar em ritmo acelerado pode ser muito desgastante e perigoso. Para explorar a vantagem do terreno ao nosso favor, leve a situação ao extremo oposto e tire proveito da circunstância. Pare de marchar, esconda seus soldados entre as escarpas e envie um pequeno pelotão para atrair o exército inimigo. Então, quando ele estiver chegando ao meio da montanha,

cansado, ataque de cima, saindo das escarpas. E deixe um pelotão fortemente armado escondido na base da montanha. Faça uma emboscada onde ele tenha que se mover rapidamente naquele terreno, mas não tenha para onde ir. Isso, na minha opinião, tem forte capacidade de gerar rendição, o que interessa sobremaneira por muitos motivos. A isso se chama transformar a adversidade em vantagem.

> "Portanto, numa guerra, recorra a manobras enganosas para definir seu terreno, calcule vantagens ao decidir seus movimentos, disperse ou concentre as forças para fazer suas mudanças estratégicas"

Recorrer a manobras enganosas para definir seu terreno significa, por exemplo, espalhar boatos sobre a decisão de se seguir uma direção quando na verdade está se planejando uma posição estratégica muito importante. Dispersar e concentrar as forças de acordo com seus projetos prioritários, fazem parte do processo de fortalecimento e sucesso.

Todos os grandes estrategistas sabem que tomar uma cidade murada é uma tarefa difícil e custosa. Embora se tenha avançada a tecnologia nos últimos três mil anos, algumas coisas mudam pouco com o passar do tempo. Conquistar uma cidade murada é uma delas. A média história – que não mudou quase nada nessa tarefa – é de perder cinco homens para um. Ou seja, ao se tentar invadir e conquistar uma cidade-fortaleza, morrerão cinco dos nossos homens para cada homem sitiado.

Existem maneiras de se lidar com essa situação. Lutar e perder boa parte dos seus homens, seria uma delas. Sitiar a cidade até ela morrer de fome, cercando-a, seria outra. Entretanto, em ambos os aspectos, se depara com problemas. No primeiro caso, o de perder boa parte do seu exército. No segundo, pode-se dizer que nem todos os generais podem ficar com um exército parado por quatro meses no decorrer de uma guerra.

Há uma lenda, de que um sábio general chinês, certa vez, teve a missão de conquistar uma cidade sitiada. Após três dia de acampamento, ele pediu um gato. E levaram o gato para ele. Ele pediu um pano e álcool. Amarrou o pano embebecido em álcool no rabo do gato, colocou fogo, e soltou o gato na saída de esgoto da cidade. O gato, correndo alucinado, já dentro da cidade, colocou fogo em madeiras e feno. Em chamas, a cidade foi aberta e todos começaram a fugir pelo portão principal.

Ele capturou todos os fugitivos e tomou a cidade sem perder nenhum soldado.

Foi uma covardia com um animal inocente, mas poupou a vida de uns três mil homens.

> “Assim, ao avançar para a batalha em ritmo veloz, seja como o vento; quando em passo largo, seja majestoso como a floresta; seja como o fogo ao invadir e saquear; estacionado seja como a montanha. Imprevisível como a nuvem, mova-se como o raio e o trovão”

Transformar o tortuoso em reto também se refere ao estabelecimento claro de objetivos no plano tático e operacional. É no plano tático e operacional que as dificuldades práticas se apresentarão, portanto, saber escalonar as responsabilidades e dar liberdade para todos na organização é fundamental para o sucesso no processo de transformar a adversidade em vantagem.

Conclusão

Manobrar é uma difícil tarefa. O sucesso nas manobras depende de transformar o difícil em fácil. Para isso é preciso dispor de criatividade em todos os níveis da organização e explorar as dificuldades do terreno ao seu favor. Procure imaginar-se colocando seu competidor frente às dificuldades que você está enfrentando. Não despreza ideias malucas, revolucionárias e ousadas.

Recomendação:

Depois de definir o posicionamento estratégico, as vantagens advindas dele e os seus pontos fortes, defina como chegar ao seu objetivo desdobrando as necessidades que ele traz para o plano tático e operacional.

Estratagema XVIII – As Nove Regras

As nove regras são cuidados especiais que o comandante deve ter em mente quando está em guerra:

> “ A arte de usar tropas é: depois que o comandante receber as ordens do soberano, reunir seus exércitos e mobilizar a população para a guerra, ele não deverá situar seu campo em terreno difícil; deverá unir-se a seus aliados em cruzamentos estratégicos vitais; não deverá demorar-se em terreno descampado; deverá ter planos de contingência quando em terreno propício a emboscadas e avançar contra o inimigo em terreno do qual não há saída”.

Vejamos primeiramente estes cinco conselhos:

Nunca se situar em terreno difícil, no mundo dos negócios, significa não participar de mercado saturados. Ou em mercados em que haja perspectiva de inovação constante por parte de empresas bem sedimentadas.

Unir-se a aliados em cruzamentos vitais é fundamental. Para que isso aconteça da melhor forma possível, é preciso que se identifique na cadeia de valor quais são os pontos críticos que não se pode abraçar sozinho e ali estabelecer alianças. Principalmente nos pontos que não são sua competência essencial, mas que podem ajudar sua empresa em competências paralelas. Por exemplo, a Basf é uma indústria química e produzia fitas-cassete. Se ela tivesse uma aliança estratégica com um produtor de mídia genuíno, provavelmente não teria perdido mercado de mídia gravável. Seu foco é produzir produtos químicos, mas estes são a chave na fabricação de mídia gravável. Ora, nada mais

oportuno que estabelecer uma aliança no mercado para garantir sua participação na evolução do setor.

As estratégias de alianças são:

- Outsoursing
- Joint Venture
- Contratos de parceria

Essas alianças formam redes de valor agregado onde praticamente não há verticalização das operações, mas nódulos produtivos. De uma perspectiva ampla do mercado que se quer atingir, compõe-se uma configuração produtiva envolvendo até concorrentes. O objetivo é ser mais ágil, eficiente e inovador.

Existem basicamente quatro tipos de rede:

- Redes de mercados internos (reformas internas que tornam atividades departamentais em atividades independentes – Por exemplo, a GM reorganizou suas rígidas e ineficientes unidades produtivas de componentes em oito unidades de mercado interno, cada uma especializada em uma área do sistema automotivo, capaz de vender seus produtos em um mercado aberto, assim como a GM;
- Redes de mercados verticais (um integrador, detentor da marca, estabelece aliança com um fornecedor ou fornecedores e com distribuidores a fim de realizar a operação. Exemplo típico: NIKE que se concentra em marketing e na valorização da marca);

- Redes intermercados (redes de empresas que atuam em mercados diferentes. Normalmente, o protagonista é detentor da marca que representa grandes clusters de produção. Muitas vezes esse tipo de aliança envolve questões tecnológicas com concorrentes. Exemplo: Toshiba.); e,

- Redes de oportunidades (são conjuntos de organizações de várias naturezas diferentes que se focam num objetivo comum, temporário e pontual. Funcionam por projeto.).

O terceiro conselho dado por Sun Tzu, "... não demorar em terreno descampado" significa não ficar estático em um terreno sujeito a ataque frontal. Estar em um mercado dinâmico e permanecer sob vista do oponente é muito arriscado. Se ele souber sua posição estratégica saberá como derrotá-lo. Lembre-se, para Sun Tzu a defesa é o ocultamento. Ficar em terreno aberto é um convite ao ataque pelo céu. A resposta está no mandamento mais difícil de Sun Tzu: "O segredo máximo da defesa é não ter forma". Ou seja, para nunca perder mercado, oculte dos concorrentes a maneira com a qual você organizou sua operação. É desse ecossistema de sinergias internas de uma empresa que nasce a força competitiva.

Ter planos de contingência em terreno propício à emboscada significa ter planos alternativos em função de possíveis estratégias do concorrente ou da realização de um cenário provável.

Ir contra o inimigo em terreno que não há saída é a única solução quando não há alternativa tática de manobra a não ser a concorrência direta. Mercados de baixo valor agregado estão normalmente nessa condição.

> " Há caminhos que não devem ser percorridos, exércitos que não devem ser atacados, cidades muradas que não devem ser assaltadas, territórios que não devem ser contestados e comandos do governante que não devem ser obedecidos"

O general (CEO/Presidente) deve ser intransigível quando estiver convicto de razão. Ele não se deve obedecer ao conselho administrativo ou ao governante. Embora sábios, os conselheiros não possuem conhecimento prático da operação de uma empresa específica. Conselhos servem para ser analisados e não seguidos.

Por outro lado, O autor também coloca cinco perigosas características de um comandante que devem ser observadas pelo conselho administrativo na hora de contratar um CEO/Presidente:

> "Se ele tiver um temerário descaso pela vida, pode ser morto;
>
> Se ele tiver determinado a viver a qualquer preço, pode ser capturado;
>
> Se tiver temperamento volúvel, pode ser provocado;
>
> Se for um homem muito suscetível à honra, está aberto ao insulto; e,

> Se preza seu povo, pode ser facilmente confundido e desconcertado".

Neste trecho fica clara a natureza racional que o comandante deve ter.

Se for destemido, pode colocar a empresa a perder em uma jogada muito ousada.

Se estiver determinado a subir a qualquer preço, pode ser contratado pelo concorrente.

Se não for frio, pode ser provocado e causar problemas.

Se for muito orgulhoso pode agir impulsivamente.

Se gostar demais de seus subordinados não saberá cortar os ineficientes.

Conclui-se

As nove regras para se empreender a guerra são taxativas. Devem ser seguidas. Comandar e contratar comandantes é uma tarefa que envolve muito mais que analisar currículos e experiência no mercado. Uma empresa sábia, saberá testar os aspectos e reações emocionais do seus comandantes e generais.

Recomenda-se:

Visualize se sua empresa está situada em campo difícil. Se está em cruzamentos estratégicos... quais tipos de alianças poderiam ser úteis. Em terreno descampado deve-se construir barreiras de entrada

rapidamente. Em terreno instável tenha mais de um plano de emergência e avance ferozmente contra o concorrente quando não houver outra alternativa.

Estratagema IX – O exército em movimento

Neste capítulo Sun Tzu trata do posicionamento correto do exército. São dadas orientações para o exército tirar o máximo de vantagem quando estiver em combate.

> "... acampe em terreno alto, de frente para o lado ensolarado"

Isso significa posicionar-se em um local que proporcione visão. Um local alto e ensolarado é um local que nos dê perspectiva das tendências do mercado e que ofusque a visão do oponente. Isso se consegue ao se situar nos círculos sociais e políticos por onde correm as informações e decisões importantes para o clima e o setor de negócios. O comandante hábil não limita seu trabalho ao cotidiano da empresa, mas busca estar em ambientes que possam favorecer sua organização. A vida social e o círculo de amizades que dê uma visão privilegiada do andamento do mercado, que favoreça o crédito, que propicie as melhores alianças, é fundamental para ganhar vantagem estratégica.

> "Ao atravessar a água, você deve distanciar-se logo da margem. Quando o exército inimigo estiver cruzando a água, não vá ao seu encontro dentro da água. Será

> vantajoso para você deixar que ele entre até a metade para então atacar"

Ao realizar uma investida, você deve ser rápido, concluir suas etapas finais e distanciar-se do período de desenvolvimento. Quando seu concorrente estiver realizando uma investida, não se precipite. Espere ele estar completamente envolvido com o projeto. Enquanto isso, se abasteça de informações e planeje seu ataque. Então, efetue-o quando seu inimigo estiver no meio do projeto, gastando mais recursos, quando ele não puder mais recuar nem atacar.

> "Ao atravessar pântanos salgados, simplesmente ultrapasse-os com rapidez e sem perda de tempo. Se enfrentar as forças do inimigo dentro dos pântanos salgados, posicione-se perto da grama e com as costas voltadas para a floresta"

Tempos de instabilidade devem ser atravessadas o mais rápido possível. Busque o que há de mais estável na circunstância e prenda-se a isso. Por exemplo, dentro de sua carteira de clientes uma parte responde a vendas sazonais e incertas, outra parte, representa um faturamento mais constante. Tenha uma estratégia para aumentar o faturamento, ainda que temporariamente, dentro desta carteira estável.

> "...ao encontrar despenhadeiros com rios que correm no fundo, poços naturais, canions, solo densamente coberto, pântanos e gargantas estreitas, abandone esses lugares rapidamente. Não se aproxime deles. Ficando à

> distância, poderemos manobrar o inimigo para que se aproxime deles. Mantendo-os à nossa frente, poderemos manobrar para que o inimigo os tenha pelas costas”

Suponha que você tenha uma ideia para uma inovação no seu mercado que seja aparentemente fantástica, mas que após análise minuciosa demonstre-se desastrosa, de grande risco e fadada ao insucesso. Mostre-a para o inimigo como uma vantagem real, simule sua adesão a esta iniciativa. Ele te perseguirá e isso se colocará em terreno difícil. Para que isso aconteça, basta que ele fique sabendo dos seus “planos”. Tal é a arte de colocar concorrentes em terreno difícil.

> “O comandante que irrompe violentamente contra seus subordinados apenas para atemoriza-los é completamente inapto”

Não há nada mais inábil e contra produtivo do que dominar seus subordinados pelo medo.

> “Portanto, mantenha seus homens unidos, tratando-os com humanidade; mantenha-os na linha com estrita disciplina militar. Isso garantirá sua lealdade. Se os comandos são consistentemente reforçados durante o treinamento dos homens, estes obedecerão. Se os comandos não forem reforçados no treinamento, eles não obedecerão. Se os comandos forem consistentemente impostos e reforçados, haverá uma relação complementar entre o comandante e seus homens”

Aqui se mostra que a disciplina e o comando são frutos do treinamento, não da agressividade.

Conclui-se

Estar em terreno que favoreça a visão é fundamental. Saber quando simular avanços e passar ileso por períodos de instabilidade não depende de sorte, mas de posicionamento estratégico. Treinar homens é o que confere lealdade. Ela não pode ser imposta pela força.

Recomenda-se

Situe-se em círculos sociais que proporcione visão e vantagens estratégicas. Cultive amizades que garantam informação e crédito. Simule avanços com segundas intenções. Tenha um programa de treinamento que una seus homens em torno dos objetivos da empresa. O treinamento deve gerar disciplina naturalmente e é absolutamente fundamental para formação de um contingente de excelência.

Estratagema X – O Terreno

Este capítulo é uma introdução aos tipos de terreno. Nele se descreve os seis tipos de terreno, também são descritas seis situações onde a imperícia do comandante leva à derrota.

> "Os tipos de terreno incluem o acessível, o insidioso, o indeciso, o estreito, o acidentado e o distante. O terreno do qual ambos os exércitos podem se aproximar livremente é chamado de acessível. Em terreno acessível, o exército que entra na batalha depois de ter ocupado um nível mais alto do lado ensolarado e de ter estabelecido linhas de abastecimento adequadas lutará com vantagem"

Podemos interpretar o terreno acessível, como um mercado onde duas ou mais organizações podem atuar prontamente, com mesmas vantagens estratégicas, baseadas no mesmo produto ou serviço. Ter linhas de abastecimento adequadas significa garantir vantagem em relação aos concorrentes a partir da relação com os fornecedores e com os distribuidores, dado que existe um pé de igualdade entre você e seu concorrente. A vitória se garante nas margens que antecedem e ultrapassam as fronteiras da sua organização.

> "O terreno que permite avanço mas dificulta a retirada é insidioso. Em terreno insidioso, se sair e se chocar com o inimigo quando ele não estiver preparado, você poderá derrota-lo. Porém, quando o inimigo tiver preparado, se sair, chocar-se com ele e falhar em derrota-lo, você será pressionado para bater em retirada e terá problemas"

São mercados que permitem uma entrada fácil, mas dificultam enormemente a saída. São mercados de baixo valor agregado que demandam alto capital de giro. Entrar

nesses mercados é fácil, mas uma vez dentro deles, se sua operação não for lucrativa, a empresa terá enormes dificuldades em mudar de nicho. Comprando a prazo e vendendo à vista para financiar a operação, compre-se mal e vende-se mal. Este tipo de terreno é desfavorável para organizações médias e pequenas e favorece organizações que disponham de fôlego financeiro e crédito barato. Por isso, se falhar em conquistar uma economia de escala, tanto na compra, quanto na venda, você estará gerando prejuízos e não terá como abandonar a operação. O varejo popular é um exemplo disso. A indústria de autopeças também.

> "O terreno que apresenta desvantagens tanto para nosso lado quanto para o lado inimigo é aquele que leva à indecisão. Nesse tipo de terreno, mesmo que o inimigo tente nos atrair para sair, não devemos morder a isca, mas abandonar a posição e recuar. Depois de iludir o inimigo, poderemos, a meio caminho, atacar com vantagem"

Trata-se de mercados onde o produto traz inovações constantes, cenários de alta turbulência, onde a tendência de consumo não é clara. Estes são cenários típicos de produtos e serviços de alta tecnologia e alto valor agregado. Quando se está em terreno indeciso, uma movimentação precipitada pode ser fatal. Lançar um produto primeiro sem ter noção da estratégia do concorrente, é um erro tácito. Deve-se obter informações das opções estratégicas do concorrente e não agir até saber quais serão seus passos. Baseado nesta informação, a organização poderá atacar no

meio do caminho com vantagem, ou seja, propor um produto que inviabilize o futuro produto do concorrente.

O mercado de aparelhos celulares é um rico exemplo disso. Saber que o entretenimento nos aparelhos seria uma tendência de preferência dos consumidores levou algumas empresas a saírem na frente e ganharem mercado.

> "Na passagem estreita, se nós a ocuparmos primeiro, deveremos guarnecê-la completamente e esperar pelo inimigo. Se o inimigo a tiver ocupado antes, não devemos persegui-lo. Se ele falhar, no entanto, poderemos ir atrás dele"

Esta situação descreve uma condição em que encontrar o concorrente é inevitável, mas só há espaço para uma empresa competir com vantagem. A que chegar primeiro. O mercado de software é um exemplo típico. Depois de ter ganhado mercado num nicho específico, é muito difícil para um concorrente realizar um desenvolvimento de sucesso sem que o concorrente tenha falhado. Perseguir um concorrente, depois desse ter consolidado um produto no mercado é muito complicado. Ele já estará desenvolvendo upgrades a um custo mais baixo enquanto os concorrentes têm que investir alto para lançarem uma plataforma. Além disso, há de haver uma mudança de hábito para com todos os usuários que já aprenderam a mexer no software consolidado.

A melhor coisa a fazer nessa situação é esperar um erro do concorrente já com alianças feitas e planos desenhados para propor uma inovação estratégica.

> " Em terreno alto e acidentado, se pudermos ocupá-lo primeiro, deveremos tomar o solo mais alto do lado ensolarado e esperar pelo inimigo. Se o inimigo tiver ocupado primeiro, abandone a posição e bata em retirada; não o persiga"

Semelhante ao mercado de softwares, mas ainda mais perigoso, o terreno alto e acidentado é aquele que não permite ataque. Depois de consolidada a posição não vale a pena investir contra ela. Serviços gratuitos de internet são exemplos típicos deste tipo de mercado. Depois de consolidada a posição não há como conquista-la, salvo raras exceções. O serviço do E-Bay é um exemplo disso. São posições de difícil acesso, que não dependem mais de investimento para se ganhar clientes, mas de visão antecipatória e conhecimento/informação.

Em seguida são avaliadas seis imperícias do comandante que devem ser tomadas com cuidado.

> "Quando as vantagens estratégicas de ambos os lados forem mais ou menos as mesmas, atacar um exército que seja dez vezes maior que o nosso resultará em fuga.
>
> Se as tropas são fortes, mas os oficias fracos, o resultado será a insubordinação.
>
> Se os oficiais são fortes, mas as tropas são fracas, o resultado será a deterioração.
>
> Se os oficiais de batalhão forem coléricos e insubordinados e, ao encontrar o inimigo, permitirem

> que sua ira os domine e os leve a manobras não autorizadas, de modo que o comandante não possa conhecer a força de suas próprias fileiras, o resultado será a ruína. Se o comandante for fraco e negligente, suas instruções e ordens não tiverem lucidez, seus oficiais e tropas forem indisciplinados e suas formações militares forem desordenadas, o resultado será o caos.
>
> Se o comandante, inábil para avaliar o inimigo, enviar uma tropa fraca para atacar a elite do inimigo e operar sem uma vantagem de tropas de choque, o resultado será a derrota”

Estas seis circunstâncias podem servir perfeitamente como metáforas para o mundo dos negócios. Competir com uma empresa dez vezes maior que a nossa em pé de igualdade estratégica, resultará na perda de talentos para o concorrente. Gerentes e funcionários fortes e diretores fracos levam à insubordinação. Isso pode colocar a perder o rumo estratégico determinado pela diretoria. Diretores fortes e gerentes fracos significa que gerentes e funcionários não conseguem operacionalizar os planos táticos da diretoria. Isso leva a um desgaste de relacionamento e compromete a empresa no médio prazo. Diretores coléricos e orgulhosos perdem o controle e agem por impulso. Isso leva à ruína. Diretores fracos e confusos em suas ordens levam ao caos. E um comandante inábil que insiste em confrontar os pontos fracos de sua empresa com os pontos fortes do concorrente sofrerá uma derrota.

> "Mas se o comandante é generoso com seus homens, mesmo que estes não escutem o que diz; se ele os ama, mesmo que não obedeçam aos seus comandos; e se é tão indisciplinado com eles que não consegue chamá-los à ordem – esses homens serão como crianças mimadas que não servem para nada"

É impressionante como a visão oriental não analisa um comandante, ou gerente, por seus resultados quantitativos. O bom comandante não é aquele que atinge resultados numéricos, mas aquele que tem em si as características pessoais que levam a vitória. Esse tipo de visão pode ajudar muito o RH a contratar quando os dados numéricos são insuficientes para avaliar desempenho.

Conclusão

Existem terrenos que condicionam certos tipos de ação. Estas ações garantem vantagem estratégica no uso do terreno. No entanto, não basta conhecer o terreno. É preciso que se tenham certas características nos comandantes e nos subordinados para que haja a vitória completa. Também é preciso que se tenha uma dimensão do inimigo, saber de sua vulnerabilidade. Conhecer a si mesmo, conhecer o inimigo e conhecer o terreno. Tais são os fatores de uma vitória em batalha.

Recomendação

Estude o terreno, do ponto de vista material (características numéricas e tecnológicas e imaterial, aspectos políticos e culturais). Situe o terreno nas categorias propostas por Sun Tzu. Trace seu

plano. Escolha bons comandantes. Empreenda as manobras adequadas a cada terreno.

Estratagema XI – Os nove tipos de terreno

> “Na arte de usar tropas, os nove tipos de terreno incluem o dispersivo, o marginal, o competitivo, o intermediário, o fronteiriço – Aquele que possui cruzamentos vitais estratégicos – o terreno crítico, o difícil, o vulnerável a emboscadas e o terreno do qual não há saída”
>
> “Quando um governante combate em seu próprio território, esse é um espaço que permite a dispersão de suas tropas”

O terreno dispersivo de um ponto de vista dos negócios é aquele mercado que já é nosso há algum tempo. Tem-se a supremacia sobre ele, no entanto ele pode ser atacado por outros competidores. A tendência das tropas em terreno próprio é a de se dispersarem. Quando se está em casa a tendência natural é que indivíduos ou grupos de indivíduos manobrem mais livremente e tomem atitudes baseadas em seu próprio conhecimento.

“Assim, não lute em terreno dispersivo”

Existem motivos muito fortes para se evitar uma luta em um terreno que já é de domínio próprio. Ser palco de uma guerra é sempre desastroso. O ideal aqui é construir

barreiras de entrada de tal modo eficientes que não se possibilite o combate. Uma guerra por preço é sempre desastrosa para ambos os lados. Lembrando que, as barreiras de entrada mais comuns são:

- Economias de escala;
- Diferenciação de produto;
- Requisitos de capital;
- Custos de mudança; e,
- Acesso aos canais de distribuição.

> “Quando alguém penetrou apenas um pouco no território inimigo, esse é um terreno marginal”

Estar em terreno marginal pode trazer problemas. Isso porque não se está em terreno conhecido e não se pode ameaçar o inimigo com veemência dado que ele tem superioridade numérica e estratégica. De fato, é uma posição desvantajosa. O inimigo tem mais vantagens sobre nós do que nós sobre ele. A orientação de Sun Tzu é:

“Não permaneça em terreno marginal”

Quando se domina apenas uma pequena parcela do mercado, não se obtém as vantagens de escala inerente ao processo, tão pouco a vantagem da liderança em marca ou tecnologia. Ou se avança para dominar o mercado – e arca com os investimentos necessários seja eles qual forem – ou retira-se dele. Dominar o mercado não significa lutar com o concorrente, mas sim vence-lo na estratégia.

> "Os espaços cuja ocupação apresenta vantagens tanto para nós quanto para nosso inimigo são chamados de terreno competitivo"

Estes são terrenos no qual atacar pode trazer problemas. Embora uma vitória seja possível, ela seria muito custosa. É preciso avaliar a importância real deste terreno em relação à sua competência essencial. Se for uma importância periférica procure um aliado que lute por você e que tenha a competência central requerida para esse mercado.

> "O espaço acessível para ambos os lados é um terreno intermediário"

Um terreno intermediário é aquele em que tanto você quanto seu inimigo podem acessá-lo. Normalmente terrenos intermediários concentram uma gama enorme de potenciais competidores. Isso satura o mercado no longo prazo. Como na situação anterior, é preciso avaliar se a competência essencial está focada nesse mercado, se a missão da empresa vê nesse mercado sucesso a longo prazo e fôlego financeiro para suportar anos de concorrência predatória.

> "O território que faz fronteiras com muitos Estados vizinhos e, portanto, possui cruzamentos vitais estratégicos, é aquele que chamamos de fronteiriço. O primeiro a atingi-lo ganhará a aliança dos outros Estados"

Na competição, garantir as alianças certas pode significar a vitória. Mais do que isso, pode significar a vitória sem

enfrentamento. Ter aliados é muito mais vantajoso do que ter inimigos. No capitalismo pós-moderno, a vantagem estratégica advém de uma cadeia de valor, que muitas vezes, inclui concorrentes. Aqui, o ponto crucial é descobrir quais são as suas competências periféricas e estabelecer parcerias para explora-las de modo a fechar ainda mais as entradas de acesso à sua competência essencial. Dominando os vastos mercados periféricos e complementares das suas competências periféricas, você protege ainda mais sua competência essencial. Esta é a grande importância de saber estabelecer alianças.

Outro aspecto muito importante quando se compete em um mercado de muitas mudanças, onde padrões são constantemente modificados, é que não basta prever a próxima mudança. É preciso gerá-la. O esforço necessário para ser o ator de uma mudança no mercado inteiro é enorme. Portanto, faz-se necessário criar alianças que garantam esta transição conforme seus interesses. É preciso impor um novo padrão e isso se consegue com alianças.

O mercado de mídia gravável de vídeo traz um bom exemplo disso. Sony e Philips, em um primeiro momento, entraram no mercado com as tecnologias VCR e Betamax. Concorria com elas a tecnologia VHS. Todas estas empresas estavam em terreno fronteiriço. Muitas organizações se tocavam neste mercado, cada uma com tecnologias diferentes. O Padrão VHS venceu e as empresas perdedoras amargaram sérios prejuízos. Em um segundo momento, as duas empresas (Sony e Philips) se aliaram para fomentar a tecnologia de gravação a LASER. Padronizaram juntas a

tecnologia, colaborando inclusive no seu desenvolvimento. Licenciaram amplamente sua descoberta. O resultado foi a imposição do próprio padrão para o mercado. Elas venceram a concorrência que estava desorganizada e tentando lutar em um terreno fronteiriço.

Assim, no capitalismo atual, criar alianças para competir é absolutamente fundamental quando se está em mercados de fronteira, sejam elas tecnológicas ou de padrão de consumo.

> "Quando um exército penetrou profundamente no território inimigo, e tem muitas cidades fortificadas às suas costas, esse é um terreno crítico"

Estar profundamente em um território inimigo gera ameaças e oportunidades. Quando se anda pelo território inimigo, existe um precedente para o saque. Saquear o território inimigo, consiste em se aproveitar de todos os bens que estão disponíveis. De um ponto de vista mercadológico, estar em território crítico, significa que se detém uma parcela estratégica do mercado do concorrente. Nesta situação, o mais interessante a fazer é apropriar-se dos bens do concorrente. Aqui, realizar uma aquisição para se tornar hegemônico se mostra mais inteligente do que entrar em concorrência franca, onde o oponente lutará com todas as forças para defender sua posição. Comprar a carteira de clientes ou mesmo a empresa concorrente, na maioria das vezes é mais rápido e mais barato do que lutar com alguém que está disposto a ir até as últimas consequências numa briga por mercado.

> "Montanhas e florestas, passagens e acidentes naturais, desertos, pântanos e qualquer espécie de caminho de laboriosa travessia constituem terreno difícil"

Não é bom demorar-se em terrenos que apresentam grande dificuldade. Podemos entender estes terrenos como mercados que demandam um complexo desenvolvimento de produto e difícil operacionalização. Esses mercados demandam uma custosa tarefa de pesquisa e desenvolvimento. Mercados como o aero-espacial e fármaco, são difíceis de operar, e demandam pessoas muito competentes na sua operação, PHDs, Executivos com trânsito global, etc.Não se entra nesses mercados sem fortes associações.

> "Espaços aos quais se tem acesso somente através de um estreito desfiladeiro e cuja saída é tortuosa, permitindo ao inimigo mesmo em pequeno número, atacar nossa força principal, são considerados terrenos vulneráveis a emboscadas"

Este tipo de terreno tem uma característica principal. O inimigo está sempre em uma posição que permite o ataque protegido enquanto nós não podemos contra-atacar. Em mercados que a marca vale mais do que o produto em si, emboscadas acontecem frequentemente. Basta um pequeno deslize para que o concorrente use a mídia para atacar a integridade de nossa marca. No mercado de cosméticos, a Natura passou por problemas quando usou despercebidamente uma madeira em extinção para fazer embalagens de perfumes. Por sorte ela reagiu com uma

política de transparência e remediou o problema. Mas não sem ter aberto um flanco para que a concorrência do Boticário e outras marcas, ganhassem força.

> "Espaços onde você sobreviverá somente se lutar com todas as suas forças, mas perecerá se falhar em usa-las, são terreno sem saída"

É claro que quando planejamos e construímos uma posição estratégica não somos capazes de prever todas as possibilidades que o mercado pode nos apresentar. Neste sentido, é possível que tenhamos circunstâncias que nos obriguem a competir francamente com nossos adversários de modo que não haja outra alternativa. Quando não é possível estabelecer um acordo, uma diferenciação ou uma barreira de entrada, estamos em terreno sem saída. É preciso lutar com todas as forças para sobreviver. Aqui será preciso garantir maior eficiência logística, menor custo e ter disposição para contrair dívidas a fim de realizar investimentos.

O capítulo continua tratando de como se comportar em virtude das diferentes situações que a guerra pode assumir. Estando prestes a ser atacado por um exército mais forte e organizado, Sun Tzu aconselha:

> "Apodere-se de algo que ele não pode se dar ao luxo de perder"

No mundo dos negócios, isso significa, por exemplo, contratar talentos chave do concorrente, o que é

invariavelmente mais barato que perder uma posição no mercado.

Na arte de conduzir as tropas, ou equipes de trabalho, o ideal é organiza-las por projeto e condicionar a permanência da equipe na empresa ao sucesso da empreitada.

> “Lance suas tropas em situações das quais não há saída; Seus homens preferirão enfrentar a morte a deserdar. E, uma vez que estiverem prontos para morrer, você não poderá tirar menos do que o máximo de seus oficiais e soldados”

O que gera o comportamento ideal dos homens não são ordens ou imposições. O senso de obrigação voluntário é gerado naturalmente a partir de uma situação.

> “O objetivo Tao do comando militar é estabelecer um padrão unificado de coragem”

Um padrão unificado de determinação, garra, ousadia, comprometimento. Tudo isso, é fundamental para o sucesso da empresa. Tais características devem emanar do comandante e contagiar todos os colaboradores.

Este espírito de liderança e poder, quando conquistado, confere tal autoridade a um exército que ele não precisa competir por alianças. Seu prestígio é tal que apenas a sua chegada em um mercado, atrai as melhores alianças e impede o inimigo que tecer as suas. Esse é o resultado de se manter intacto para competir no mundo.

Faz parte do grande comandante dar ordens extraordinárias e dar recompensas extraordinárias. Com isso, é possível comandar um exército inteiro como se fosse um só homem.

Conclusão

A arte de administrar as tropas em um terreno se faz conjugando as características físicas do terreno com o tipo de comportamento que ele requer. Os nove tipos de terreno precisam ser conhecidos e o líder precisa saber manobrar em todos eles.

Recomendação

Siga as orientações dadas em cada terreno que foi descrito, pensando em que terrenos você já esteve. Em que terrenos poderá estar. Sua empresa certamente está em um deles, ou mais de um. Pense nas metáforas de Sun Tzu para reconhecer e aprofundar suas habilidades na condução da sua empresa.

Lembre-se que recompensas extraordinárias custam o mesmo e são muito mais eficientes que várias recompensas comuns. Tenha faro para entender o talento dos seus homens, e encoraje-os. Feitos notáveis merecem recompensas extraordinárias. Elas vão motivar e direcionar todos os funcionários para o tipo de atitude que você espera na sua organização.

Estratagema XII – Ataque pelo fogo

Quando se trata de atacar com material inflamável, tem-se em mente realizar um ataque que se propague autonomamente no meio. O poder do ataque com o fogo consiste na sua qualidade de alastramento, multiplicando os danos. Assim sendo, para que o ataque com o fogo seja eficaz, é preciso que se ataque no momento oportuno, valendo-se das condições do clima e do terreno. O clima deve ser o de ventos fortes e o terreno deve estar propício. Nessas condições o ataque pelo fogo é arrasador...

Não se deve preparar um ataque pelo fogo de última hora. Deve-se ter material inflamável em estoque, pronto para queimar.

Ora, os ataques que se alastram por si mesmos no mundo moderno, das redes sociais, é o ataque desferido através da mídia/internet. É através dos meios de comunicação que a imagem de uma empresa ou pessoa pode ser trabalhada. Usar a mídia viral, demanda uma habilidade extraordinária e apenas líderes com senso político apuradíssimo são capazes de usar as viralizações na internet/meios de comunicação.

Não se ataca com fogo sem planejamento e noção do momento preciso. É necessário saber qual é o clima nos meios de comunicação para se obter o máximo de repercussão possível. É preciso usar o meio de comunicação certo e o material adequado a este meio, de preferência com um fim preciso. Não se pode sair divulgando fatos aos quatro ventos, ainda que verídicos.

O ataque pelo fogo é empreendido de forma sutil, no momento preciso.

> "Há cinco tipos de ataques incendiários: O primeiro é queimar homens; o segundo queimar provisões; o terceiro, queimar veículos de transporte equipamentos; o quarto queimar munições; o quinto queimar estoques"

O problema de se atacar usando a mídia, é que o atacante inexperiente se verá envolvido no meio de um turbilhão de informações. Por isso, o jeito certo de se atacar é fazê-lo por meio de jornalistas ou ainda através de estudos científicos idôneos, onde a presença do atacante é nula.

> "Se você for capaz de atear fogo estando fora do campo inimigo não entre em suas fronteiras, mas incendeie no momento certo"

É preciso enxergar o momento preciso e então atear fogo. Se houver ventos contrários não incendeie. Não comece uma guerra na mídia em redes sociais quando você tem pontos a serem atacados.

Por isso, existe uma regra máxima para se atacar usando a mídia. Se não houver uma vantagem clara a ser conquistada, não ataque. Se não houverem ganhos imediatos com o ataque, não o inicie. Se não for uma situação crítica, não aja.

Para se usar o fogo é preciso ter prudência. Um comandante colérico não pode usar o fogo. É preciso ter

serenidade para se manter inabalável em meio a um campo incendiado.

> "Quem usa o fogo para atacar é poderoso. Quem usa a água para atacar é forte.
> A água pode ser usada para ilhar o inimigo, Mas não serve para privá-lo de suas provisões"

Conclusão

O ataque pelo fogo é poderoso e perigoso. Se você errar uma vírgula na forma ou no conteúdo do ataque, você poderá arruinar sua estratégia e imagem no mercado.

Recomendação

Cerque-se de profissionais habilitados para usar a comunicação como arma de competição.

Estratagema XIII – O uso de informantes

Tudo que foi escrito até aqui carece de um elemento fundamental. De nada vale saber sobre estratégia quando não se tem as informações adequadas para formulá-las.

> "Em geral, enviar um exército de cem mil homens numa expedição a uma distância de mil quilômetros custa para o povo mil peças de ouro por dia. Se por negar a concessão de patentes superiores, honras ou

> cem peças de ouro, um comandante não conhece a situação do inimigo, isso é o cúmulo da desumanidade"

Assim, Sun Tzu nos mostra o quanto é desumano enviar homens para a guerra sem ter conhecimento do que vão enfrentar. Para Sun Tzu, negar o uso de informantes é um ato desumano e antiético para com os próprios homens.

Da mesma forma, é inconcebível arriscar milhares de reais em um investimento estratégico sem saber qual será a ação da concorrência. É muito mais sensato usar informantes. Embora pareça impossível, é possível coletar informações com ética, além de montar uma equipe de inteligência competitiva na sua empresa. Por isso, ao se tratar de informantes numa guerra, pode-se entender que no mercado se consultam especialistas, professores, consultores de forma ética e não invasiva.

> "Existem cinco tipos de informantes que quando estão ativos e ninguém conhece seus métodos de operação, isso é chamado de teia imperceptível e é o tesouro do governante:
>
> Informantes locais são os próprios funcionários do concorrente que nos relatam informações.
>
> Agentes duplos são informantes do inimigo em nosso campo que reportam para o nosso lado.
>
> Informantes dispensáveis são nossos informantes que passam informações falsas para o inimigo.

> Informantes indispensáveis são aqueles que voltam do campo inimigo com informações.
>
> Os informantes devem ter uma relação direta com o comandante, e suas operações devem ser muito bem pagas"

Assim, quando houver mercados que queiramos conquistar, talentos que queiramos contratar, é necessário primeiro que se conheça qual a situação do concorrente antes de agir. A primeira coisa a se fazer é saber se temos em nossa organização alguém com algum tipo de relacionamento com o concorrente. A partir desta pessoa poderemos saber do concorrente.

Como a espionagem industrial não é ética, existem várias formas éticas de se obter informações do concorrente. Esse trabalho é chamado de inteligência competitiva. O processo de inteligência competitiva começa com um trabalho de Benchmarking. Isso se dá comparando as práticas e estratégias dos líderes do setor. O interesse principal é identificar práticas que podem ser adotadas e neutralizadas por nossa empresa.

De forma resumida a coleta de informação pode ser oriunda de três fontes:

1. Fontes publicadas – relatórios, documentos técnicos, pesquisas encomendadas
2. Compartilhamento de informações – Fóruns setoriais, congressos, contato direto, reuniões informais com funcionários do concorrente

3. Entrevistas diretas – Com clientes, distribuidores, agências reguladoras, funcionários públicos

O Benchmark é o primeiro passo para um programa de inteligência competitiva. No entanto, um programam de inteligência competitiva vai além. Ele procura informações sobre os principais concorrentes a ponto de prever os possíveis movimentos dele no mercado.

Depois de se ter uma noção geral de onde o concorrente pretende chegar, deve-se entender para onde ele está se dirigindo efetivamente, ou seja, comparar as informações coletadas com o dia a dia do concorrente. Identificando os mercados que ele está atacando, a forma com a qual o faz e qual tipo de marketing ele está usando.

Tem-se então, a direção do concorrente. Ainda falta saber de suas disponibilidades para seguir tal direção. Do que ele pode usar para conseguir trilha-la e quais são suas debilidades.

Quando se obtém estas informações, concorrer se torna uma tarefa mais fácil.

> “Na guerra, o serviço secreto é essencial, é dele que os exércitos dependem para cada um de seus movimentos”

Conclusão: O serviço de inteligência é fundamental para manter uma organização funcionando. É com as informações coletadas com esse serviço que todas as outras operações podem ser realizadas.

Voltamos ao princípio do texto. A contagem. Agora fica clara a maneira pela qual uma organização vence as demais. Com posse das informações requeridas na contagem primeiro sobre si, e agora sobre o concorrente, – Tao, Céu, Terreno, Comando e Norma – pode-se criar uma visão dos atores que competem no mercado, entender o terreno. Identificar os pontos fortes e fracos, construir uma posição estratégica e ganhar a vantagem estratégica no seu setor.

Compare o Tao. Qual das duas organizações tem o caminho mais adequado para sociedade em que opera?

Compare o Céu. Qual das organizações aproveita melhor as condições macro-econômicas, políticas, geográficas e científicas do seu setor?

Compare o terreno. Qual das organizações conseguiu a melhor posição estratégica no mercado? Com os fornecedores, clientes e concorrentes.

Compare o comando. Qual das organizações tem os melhores comandantes?

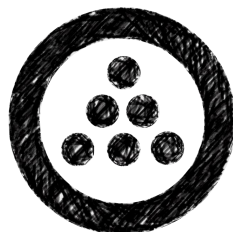
Compare a norma. Qual das organizações tem o melhor sistema de informações e regras claras a serem seguidas?

Visualize suas forças no ponto máximo de eficiência. Descubra onde sua organização está e onde ela poderia estar com vantagem.

Faça o mesmo com os concorrentes.

Crie uma situação vencedora em vários aspectos, contraste com seus principais concorrentes e escolha o cenário que te gera mais vantagem competitiva. Descubra o posicionamento estratégico que te permite atacar e se defender ao mesmo tempo. Planeje sua vantagem estratégica ao longo do tempo a fim de se manter intacto. Com o tempo, sua empresa poderá adquirir tal supremacia no mercado que será capaz de vencer todas as guerras sem lutar.

Eis, a máxima filosofia de Sun Tzu.

Um Método Prático para Avaliação das Instâncias Competitivas de Sun Tzu

As páginas que seguem exemplificam com dados hipotéticos como se medir comparativamente os pontos de força que Sun Tzu sugere analisar em uma situação de competição.

O método foi criado ao longo de anos de experiência e pesquisas no setor de etanol, indústria de transformação, Internet e terceiros setor.

Ele é útil para que gestores possam tirar uma “fotografia” da situação competitiva da sua empresa frente o principal concorrente e possa formular ações de ataque, defesa e fortalecimento de seu posicionamento no mercado. Em tese é mais poderoso que as matrizes SWOT e BCG, porque pressupõe não apenas uma análise bidimensional do mercado em eixos X e Y, mas dada as cinco instâncias competitivas de Sun Tzu, que são multidimensionais, e interpoladas de forma crescente. Ou seja, do universo interior da empresa (normas) até o Tao, o caminho natural dos acontecimentos no mundo.

São elas:

O TAO "道"; (variáveis competitivas em escala mundial)

O Céu "天"; (variáveis competitivas em escala regional)

A Terra "地"; (variáveis competitivas em escala local)

O Comando "將"; (variáveis competitivas em escala humana)

A Norma "法 ". (Variáveis competitivas em microescala)

Por TAO " 道 " se entende "o caminho". Mas trata-se de um caminho diferente da ideia de caminho ocidental. Não se trata de um caminho físico, trata-se sim de um caminho natural dos acontecimentos. Por exemplo: O TAO do mercado de automação bancária para suprir o sistema financeiro na década de noventa era o de franca expansão dada à revolução da informática. Daí poder-se dizer que uma empresa de informática que fizesse softwares para automação financeira nessa época estaria de acordo com o TAO "caminho natural dos acontecimentos", ou seja, agindo de acordo com a tendência natural dos fatos. Analisar comparativamente qual dos dois oponentes possui características e ações que estão de acordo com o TAO, o caminho natural dos acontecimentos, configura a análise da primeira força ambiental.

Para Sun Tzu uma segunda instância ambiental a ser analisada é o Céu "天". O Céu é a instância macroambiental. O Céu para Sun Tzu determina o "clima do combate", o macro ambiente que afeta a todos. Em conceitos empresariais modernos trata-se dos aspectos regionais (países, mercados legais etc.). Por exemplo: Aspectos macroeconômicos (inflação, PIB), aspectos Políticos (legislação, abertura democrática, etc.) ou ainda inovações tecnológicas de um mercado, por exemplo. No ocidente moderno a ferramenta de análise mais próxima dessa instância é a análise SEPT. O uso do SEPT por estrategistas de grandes corporações de energia e petróleo,

embora não tão difundido no mercado por se tratar de uma ferramenta de análise ambiental para contextos muito amplos de atuação empresarial, serve como base para se entender o céu de Sun Tzu nos dias atuais.

A terceira instância a ser analisada é a Terra "地". Aqui, Sun Tzu se refere à ideia de terreno. É o campo imediato onde se trava a batalha - as dificuldades materiais, os acidentes, a sinuosidade. Em linguagem administrativa seria o ambiente operacional em que a empresa deverá atuar. É na Terra, ou "terreno", ou no terreno, que se encontram os exércitos aliados, oponentes, neutros, fornecedores de equipamentos, suprimentos e toda a gama de suporte à batalha. A Terra é a escala organizacional, a escala das empresas, onde se manifesta a batalha.

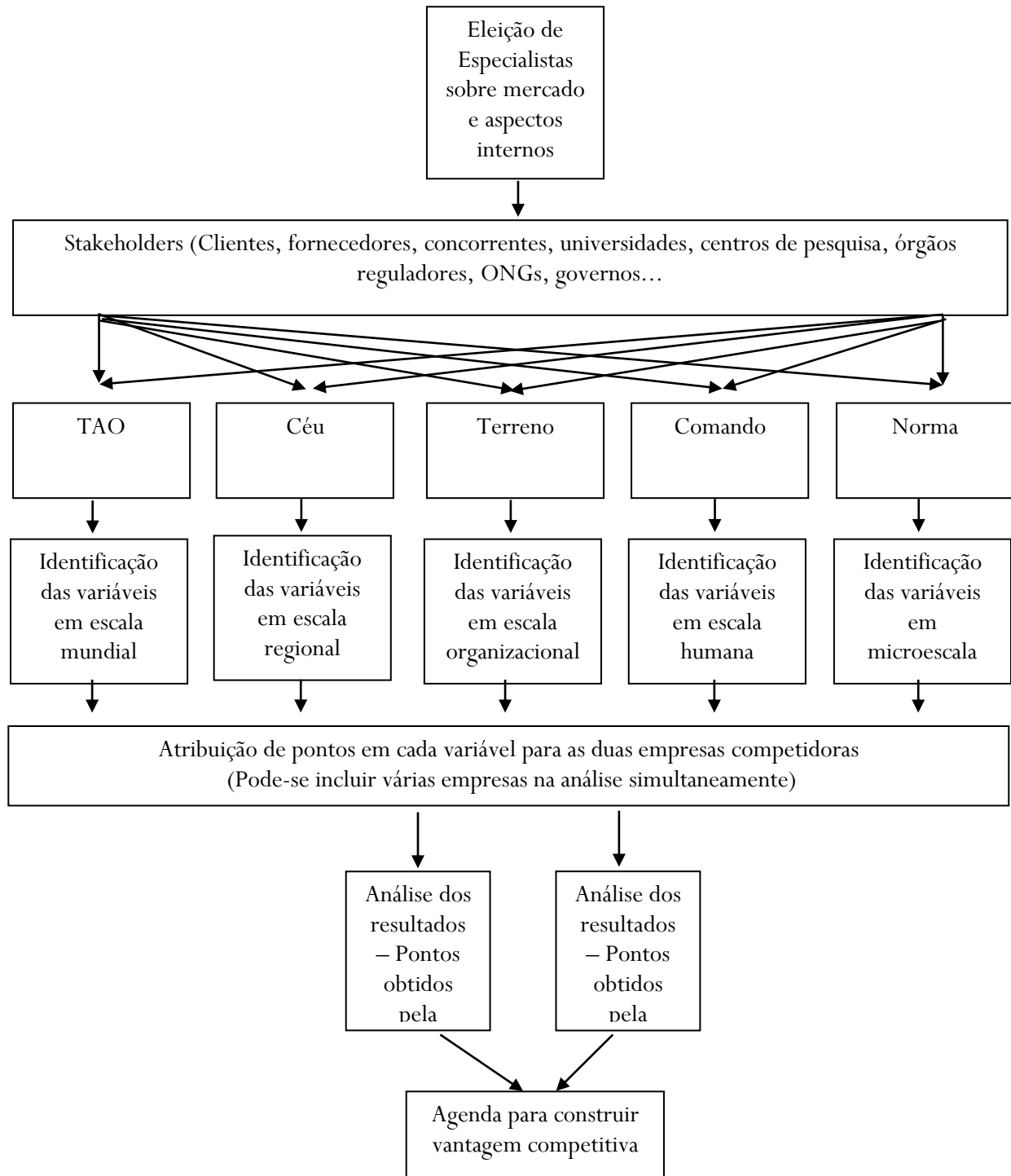
A quarta instância a ser analisada é o Comando "將". Aqui, Sun Tzu trata dos generais que conduzirão a batalha no terreno. A habilidade tática, a liderança, a coragem, a astúcia. A versatilidade de comandar o exército. No mundo empresarial uma possível interpretação dessa instância está ligada à liderança e ao ambiente interno das empresas.

A Doutrina ou norma 法 se refere aos aspectos culturais de uma organização, à sua organização burocrática, às normas de comportamento, mas principalmente, aos sistemas de informação que organizam as tarefas diárias de uma empresa. São as regras, a cultura organizacional, o ambiente interno dando vazão ao fluxo de movimentos imposto pelos comandantes.

Para Sun Tzu, deve-se analisar minuciosamente essas cinco instâncias em cada um dos exércitos oponentes. Assim, deve-se atribuir pontos aos dois exércitos em cada instância descrita acima, identificando forças e fraquezas de cada exército. Depois, Sun Tzu trata de propor a análise e comparação dessas forças. Com elas em mãos torna-se possível inferir o futuro da batalha.

Portanto, o método se estrutura sobre as instâncias levantadas por Sun Tzu, valendo-se da stakeholder analisys para detalhamento das variáveis estratégicas que compõem cada instância dentro da realidade competitiva de uma empresa.

1) Eleger duas organizações em situação competitiva
2) Identificar os Stakeholders
3) Triangular a empresa, o stakeholders e as instâncias competitivas de Sun Tzu
4) Identificar as variáveis por instância competitivas
5) Pontuar a força de cada empresa nas variáveis
6) Construir gráficos de força competitiva por instância
7) Formular uma agenda estratégica

Diagrama conceitual do fluxo de informações para a análise:

De forma geral, eu aconselho a formação de uma equipe de 4 a 12 especialistas do mercado em questão para o levantamento das variáveis. Sendo que no primeiro encontro, um facilitador deve conduzir uma simples dinâmica para identificar os stakeholders envolvidos em uma situação competitiva específica. É importante notar que a diversidade de formação e expertise dos especialistas é fundamental para a amplitude e a qualidade dos dados. Portanto, espere muito mais de uma equipe com designers, filósofos, economistas e engenheiros, do que uma equipe composta por profissionais de histórico semelhante.

Uma lista de nomes de organizações deve ser gerada pelos especialistas por livre associação com as categorias mais comuns de stakeholders (na tabela seguinte à esquerda) orientando o brainstorm de organizações reais da situação competitiva analisada (à direita):

Vamos simular a análise de uma indústria de transformação no setor eletro-eletrônico denominada (EMPRESA 1) em situação competitiva com uma multinacional do mesmo setor (Empresa 2). Os mercados envolvidos são o de telecomunicações, instrumentação hospitalar e automotivo.

Quadro de Stakeholders

Stakeholder	Descrição
Instituições de ensino	SENAI, SENAC, USP, e demais formadores de quadro técnico e mão de obra
Concorrentes	Empresa 2, empresa 3...
Redes sociais	Facebook, Twitter, Linkedin
Órgãos governamentais	SEBRAE, CAT, Junta Comercial, Ministério do Trabalho, Embaixadas
Mídia, Marketing	Feiras Técnicas, Revistas setoriais, Eventos, Ações no Varejo
Instituições financeiras	Banco do Brasil, Banco Itaú, ABN Holandês
Fornecedores de insumos	Conglomerados petroquímicos, Mineradoras Africanas e Anglo Germânicas com Operação na África, Mineradoras e processadoras Chinesas e Chilenas.
Sistemas de Informação	SAP, Oracle, Microsoft
Clientes	Montadoras, Governos, Fabricantes de máquinas hospitalares
Entidades de Classe	Sindicatos, CRA, OAB, CRM, Conselhos Regionais

Supondo que tenham sido levantados estes stakeholders, deve-se passar para segunda fase analítica, de grande importância. A identificação das variáveis. Essa fase consiste na elaboração de questionários que propõem perguntas triangulando a empresa, o stakeholder e a instância de Sun Tzu a ser analisada. Por exemplo:

Stakeholder fornecedores de insumo:

Quais são as variáveis estratégicas que envolvem as mineradoras africanas nas Empresas 1 e 2, dentro da escala competitiva do TAO?

Resposta: 1) Tendência de crescimento da participação Chinesa na África; 2) Afinidade cultural da África com o Brasil.

Quais são as variáveis estratégicas que envolvem as mineradoras africanas nas Empresas 1 e 2, dentro da escala competitiva do Céu?

1) Risco de guerra civil e fechamento de portos. 2) Inflação estável em alguns países africanos

Quais são as variáveis estratégicas que envolvem as mineradoras africanas nas Empresas 1 e 2, dentro da escala competitiva do Terreno (Terra)?

1) Acesso às condições de crédito e prazo mais vantajosos; 2) logística marítima favorável.

Estes questionários devem ser montados cruzando os stakeholders, situação competitiva e instância de Sun Tzu e normalmente gera de 80 a 140 variáveis para uma equipe de

12 especialistas. É interessante misturar os 12 especialistas em grupos heterogêneos de três pessoas.

As variáveis depois de coletadas em estado bruto precisam ser tratadas para que se faça uma unificação de vocabulário, identificação de variáveis sinônimas, e variáveis a serem descartadas. Depois dessa depuração de todos os questionários, as variáveis precisam ser numeradas e divididas segundo as instâncias de Sun Tzu em que foram alocadas. Realocações são comuns e devem seguir um critério claro.

Segue um exemplo de classificação de variáveis estratégicas segundo Sun Tzu.

Segue abaixo o quadro com as variáveis estratégicas do setor:

Variáveis competitivas do setor de atuação da Empresa 1 e 2		
Stakeholder		**Variáveis**
Fornecedores	- Tao-1	Tendência de crescimento de mineradoras de cobre na África
Fornecedores	- Tao-2	Afinidade cultural da África com o Brasil
Fornecedores	- Céu-1	Risco de guerra civil e fechamento de portos
Fornecedores	- Céu -2	Inflação sob controle nos países de interesse
Fornecedores	- Terra-1	
Fornecedores	- Terra-2	

Fornecedores	- Terra-3	Penetração no mercado de varejo para reposição de autopeças
Clientes	- Tao-1	Diminuição mundial do mercado automobilístico
Clientes	- Tao-2	Aumento do investimento em transporte público em países emergentes
Clientes	- Céu-1	Tendência de modernização em hospitais públicos
Clientes	- Céu -2	Regulação jurídica nebulosa sobre investimentos em telecomunicações
Clientes	- Terra-1	Baixa participação, porém em grande número de empresas automotivas
Clientes	- Comando-1	Diretores com conhecimento profundo do mercado regional
Clientes	- Norma-1	Automação e controle de estoque em tempo real com os clientes
Concorrentes	- Tao-1	Diminuição mundial do mercado automobilístico
Concorrentes	- Terra-1	Aumento do investimento em transporte público no Brasil
Concorrentes	- Terra-2	Possibilidade de desenvolvimento de novos plásticos de engenharia
Concorrentes	- Terra -3	Padronização de embalagens com tecnologia para diminuir custos de transporte
Concorrentes	- Comando-1	Contatos no setor financeiro internacional
Concorrentes	- Comando-2	Contatos com fabricantes de máquinas de última geração
Concorrentes	- Norma-1	Sistemas administrativos para facilitar os processos
Universidades	- Tao-1	Tendência para abertura de vagas de doutorado em telecomunicações
Universidades	- Terra-1	Instalação de laboratório dentro de universidades
Universidades	- Terra-2	Acordo para criação de robôs no chão de fábrica
Universidades	- Terra -3	Criação de software para melhoria de logística de caminhões
Universidades	- Comando-1	Trânsito na FAPESP para financiar pesquisas de novos materiais
Universidades	- Comando-2	Acordos com universidades para treinamento de gerentes

		e encarregados
Universidades	- Norma-1	Criação de material didático e vídeo aulas sobre segurança no trabalho
Governos	- Tao-1	Instabilidade política no Brasil
Governos	- Terra-1	Regulação legal de segurança para cabos de instrumentação hospitalar
Governos	- Comando-1	Habilidade política dos diretores para transitar em esferas oficiais de forma ética
Governos	- Comando -2	Acordos com secretaria de segurança para evitar roubos de carga
Governos	- Norma - 1	Procedimentos jurídicos claros para refutar pagamento de impostos indevidos
Governos	- Norma-2	Protocolo para estabelecimento de contatos com embaixadas estrangeiras
Governos	- Norma-3	Normas claras para participação dos gerentes em feiras internacionais

No quadro anterior foram descritas variáveis hipotéticas para a realidade competitiva de duas empresas. Normalmente a lista de stakeholders é bem mais complexa, envolvendo de 10 a 14 tipos de atores organizacionais. Ao nomear as organizações com as quais as empresas do setor se relacionam, naturalmente surge uma categorização tipológica, bastando ao facilitador do processo organizar essas informações. Coletadas as variáveis, posteriormente, passa-se ao processo de pontuação comparativa de força competitiva.

Pontuação

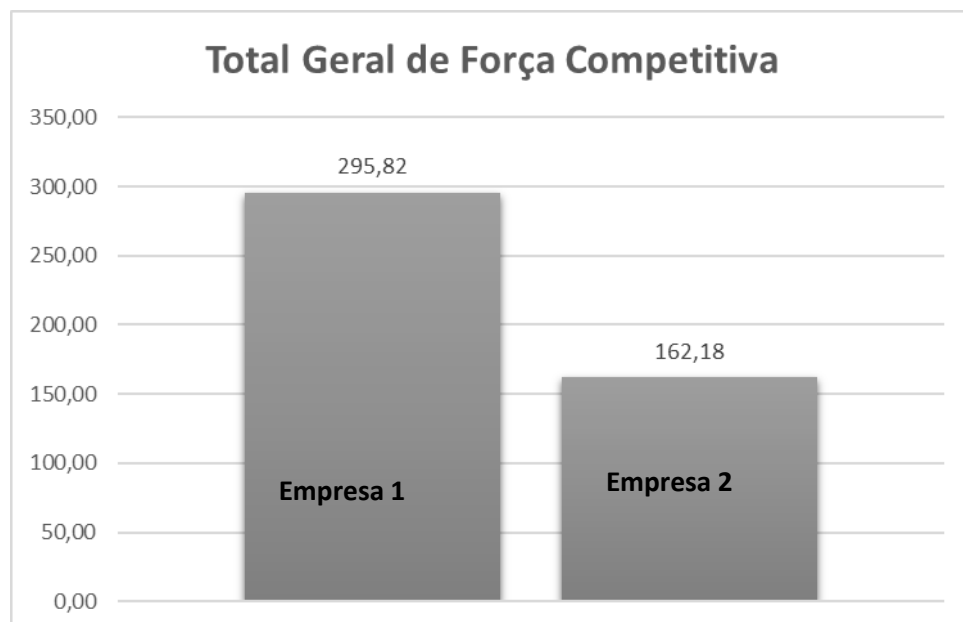
Esta etapa consiste em criar uma cesta de pontos a serem distribuídos entre as empresas analisadas para mensurar o poder competitivo delas em cada variável. Estudos prévios mostram que a atribuição de uma cesta de pontos de 5x o número de empresas analisadas funciona bem. Por exemplo: Considerando-se duas empresas (Empresa 1 e Empresa 2), atribuem-se 10 (5x2) pontos para serem distribuídos por variável entre as duas. Três empresas; 15 pontos, etc.

Desta maneira, quando consideramos as empresas A e B, os pontos podem ser distribuídos da seguinte forma:

Stakeholders	**Variáveis**	**Força competitiva das empresas na variável**	
		Empresa 1	Empresa 2
Universidades- Terra-2	Acordo para criação de robôs no chão de fábrica	4	6
Clientes- Céu-1	Tendência de modernização em hospitais públicos	2	8
Fornecedores- Terra-1	Acesso à crédito facilitado pelo Banco da China	7	3

Assim, os especialistas podem preencher um quadro de pontos de força segundo seu conhecimento sobre as empresas e o mercado que está sendo analisado. Os questionários devem ser aplicados individualmente, e as médias da pontuação para cada variável calculada. Se temos dez especialistas pontuando as variáveis, a pontuação final deve ser somada e dividida por 10. Com isso, eliminam-se distorções, e se consegue um retrato global da situação.

Resultados

Os resultados advêm da tabulação dos pontos obtidos. Primeiro, deve-se somar a pontuação em todas as instâncias de Sun Tzu (sem extrair a média). Isso nos trará a resposta sobre qual empresa é aparentemente mais forte.

Seguindo na pontuação, é possível calcular as maiores vantagens e maiores desvantagens, apenas subtraindo a pontuação de cada empresa na variável do total de pontos

distribuídos. Normalmente se calcula as 5 maiores vantagens e desvantagens na análise, mas esse número fica à critério do analista.

As três maiores vantagens

Stakeholder	Variáveis	Vantagem
Universidades- Terra-2	Acordo para criação de robôs no chão de fábrica	9
Clientes- Céu-1	Tendência de modernização em hospitais públicos	8
Fornecedores- Terra-1	Acesso à crédito facilitado pelo Banco da China	8

As três maiores desvantagens

Stakeholder	Variáveis	Desvantagem
Governos - Tao-1	Instabilidade política no Brasil	-8
Governos - Terra - 1	Regulação legal de segurança para cabos de instrumentação hospitalar	-8
Governos - Tao - 1	Instabilidade política no Brasil	-7

Resultados nas Instâncias de Sun Tzu

Abaixo segue o consolidado dos pontos competitivos por categoria ambiental proposta por SunTzu. O gráfico em teia revela nos eixos verticais (Y) a variável analisada em questão. Nos eixos horizontais (X), como os 10 pontos foram distribuídos entre as duas empresas para cada variável. A superfície coberta pelos dois "campos" representa o estado geral da competitividade entre as duas empresas em cada uma das 5 instâncias propostas por SunTzu (TAO, Céu, Terra, Liderança e Norma). Para geração dos gráficos usa-se uma planilha de cálculo (tipo Excel ou similar) optando-se para geração de gráficos do tipo "radar".

Força Competitiva na Escala do TAO
Empresa 1
Empresa 2
Tendência de crescimento de mineradoras de cobre na África
Afinidade cultural da África com o Brasil
Instabilidade política no Brasil
Aumento do investimento em transporte público em países emergentes
Diminuição mundial do mercado automobilístico
Diminuição mundial do mercado automobilístico
Tendência para abertura de vagas de doutorado em telecomunicações
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

Força Competitiva na Escala da Terra
Empresa 1
Empresa 2
Acesso à crédito facilitado pelo Banco da China
Fornecedores de plástico consolidados no Brasil
Penetração no mercado de varejo para reposição de...
Participação em número de empresas automotivas
Aumento do investimento em transporte público no...
Possibilidade de desenvolvimento de novos...
Padronização de embalagens com...
Instalação de laboratório dentro de universidades
Acordo para criação de robôs no chão de fábrica
Criação de software para melhoria de logística de...
Regulação legal de segurança para cabos de...
8
7
6
5
4
3
2
1
0

Força Competitiva na Escala do Comando
Empresa 1
Empresa 2
Diretores com conhecimento profundo do mercado regional
Contatos no setor financeiro internacional
Contatos com fabricantes de máquinas de última geração
Trânsito na FAPESP para financiar pesquisas de novos materiais
Acordo com universidades para treinamento de gerentes e encarregados
Habilidade política dos diretores para transitar em esferas oficiais de forma ética
Acordos com secretaria de segurança para evitar roubos de carga
8
7
6
5
4
3
2
1
0

Força Competitiva na Escala da Norma

Sistemas administrativos para facilitar os processos

9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

Automação e controle de estoque em tempo real com os clientes

Criação de material didático e vídeo aulas sobre segurança no trabalho

Procedimentos jurídicos claros para refutar pagamento de impostos indevidos

Protocolo para estabelecimento de contatos com embaixadas estrangeiras

Normas claras para participação dos gerentes em feiras internacionais

Conclusões

Agora, cabe ao analista ver as vantagens e desvantagens nos gráficos e procurar criar uma agenda estratégica para empresa. Diferentenmente de uma matriz SWOT, aqui se tem de forma organizada as forças e fraquezas divididas em dimensões existênciais, TAO, CÉU, TERRA, COMANDO e NORMA. Dessa maneira, torna-se possível entender o que é passível de mudança na empresa para alinhar suas ações em direção a uma posição estratégica. É factível redesenhar um sistema de informação ou norma, mas uma desvantagem em uma variável do TAO depende de criatividade para ser superada.

A administração clássica recomenda o investimento em pontos de vantagem, o estabelecimento de parcerias fortes em pontos de empate competitivo e desinvestimento em pontos de desvantagem. Este protocolo "padrão" é uma boa receita para uma formulação estratégica inicial. Mas, deve-se lembrar que soluções criativas e não convencionais são sempre bem vindas para se obter vantagem competitiva em cada ponto ou variável levantada.

No capítulo anterior, "Um ensaio contemporâneo sobre a Arte da Guerra de Sun Tzu", foram discutidas diversas formas de se construir vantagem estratégica. O início do ensaio levanta um complicado desafio, que é medir a força competitiva das empresas nas escalas ou instâncias, a fim de poder se traçar os planos para vencer um conflito. A metodologia para se fazer isso foi apresentada aqui. Com

base nos gráficos, e contando com um time de especialistas da própria empresa e conselheiros convidados, discussões profundas sobre possíveis estratégias podem ser empreendidas.

Inicialmente, sugere-se entender e debater as vantagens e desvantagens mais importantes para empresa. Formular, então, estratégias para neutralizar as fraquezas e fortalecer as vantagens. Após alguns encontros para reflexão, estratégias mais globais, que envolvem diversas variáveis ao mesmo tempo poderão ser formuladas. Por isso, este capítulo metodológico se encerra deixando a tarefa de formular estratégias a partir dos resultados para o leitor.

Assim, pode-se criar sinergia nas ações estratégicas, passo fundamental para a criação de planos táticos e operacionais eficientes e vencedores. A visão da tradição oriental é sistêmica, pois o reducionismo ocidental lá não existiu. Dessa maneira, este método contribui para uma nova visão na administração ocidental. Uma retomada da visão holística e sistêmica, desta vez, munida de ferramentas de análise contemporâneas que possibilitam uma visão detalhada das partes.

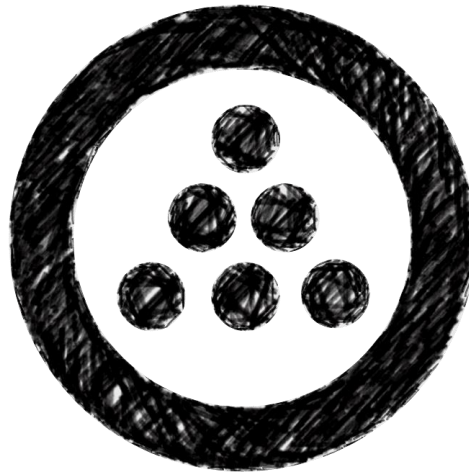
Espera-se com isso que a força da lógica reducionista ocidental, que permeia a administração contemporânea, possa ser nutrida de estruturas de pensamento sistêmico, absolutamente fundamental para se conduzir uma empresa no mundo complexo e de diversos stakeholders que encontramos na pós-modernidade.

Bibliografia Parte 3

CHIAVENATO, I. e SAPIRO, A. **Planejamento Estratégico, da intenção aos resultados**, Elsevier, São Paulo, 2001.

PORTER, Michael E **Competitive Advantage**. New York: Free Press, 1985.

SUN TZU, **A Arte da Guerra**. Nova Cultural, 1998.

LAO TSÉ, **Dáo Dè Jing.** Trad. Mário Bruno Sproviero. Ed. Hedra, São Paulo, 2002.

Um dos maiores desafios ambientais da atualidade está justamente na criação de métodos que tornem possível pôr em prática os ideais da sustentabilidade. De algumas décadas até o presente, muito dos esforços para geração de sustentabilidade se voltaram para o cumprimento de burocracias e preenchimento de relatórios, sem qualquer conexão com a natureza de fato. Nesta obra, o ecologista Ricardo Raele nos apresenta três métodos práticos de análise e planejamento ambiental, além de ensaios científicos sobre o tema. Assim, com estudos de caso e explicações passo a passo, Ricardo Raele nos ensina como se analisar um ambiente complexo a fim de se gerar planos de sustentabilidade concretos, criar cenários futuros para tecnologias verdes" e estratégias organizacionais de atuação. Voltado para os mais diversos profissionais e estudantes que lidam com as questões ambientais, essa obra tem se tornado indispensável para quem precisa encontrar soluções sistêmicas para questões ambientais em meio rural ou urbano.